

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 2004014159 A

(43) Date of publication of application: 15.01.04

(51) Int. Cl

H01M 8/04
B60L 11/18
H01M 8/00
// H01M 8/10

(21) Application number: 2002162411

(22) Date of filing: 04.06.02

(71) Applicant:

TOYOTA MOTOR CORP EQUOS
RESEARCH CO LTD

(72) Inventor:

SUGIURA HIROSHI
ISHIKAWA TETSUHIRO
ANDO MASAO
KATO KENJI
HORIGUCHI MUNEHISA

(54) POWER SUPPLY DEVICE

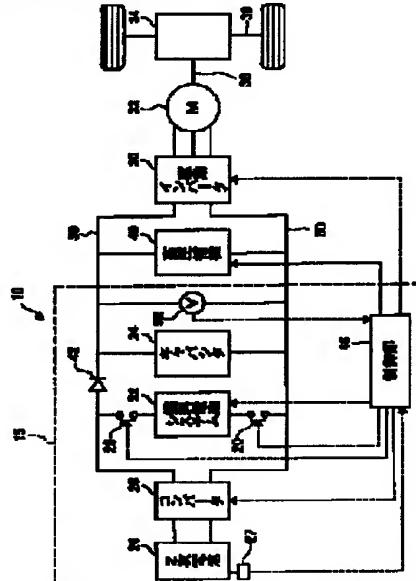
(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a technique for preventing a decrease in energy efficiency of an overall power supply device having a fuel cell.

SOLUTION: The power supply device 15 stops an auxiliary machine 40 of the fuel cell 60, such as a fuel gas supply unit, an oxygen containing gas supply unit or the like of a fuel cell system 22 when a capacitor voltage is larger than a first reference voltage. When the capacitor voltage becomes lower than a second reference voltage, the fuel cell system 22 is operated to obtain a power from the fuel cell 60. The operating state of the auxiliary machine 40 may be transferred from a normal operation to a standby operation at a stage of a lower capacitor voltage before the capacitor voltage exceeds the first reference voltage. The operating state of the auxiliary machine 40 may be transferred from a normal operation to a standby operation at a stage of a lower capacitor voltage after the capacitor voltage is lower than the second reference voltage. Thereafter, the auxiliary machine 40 is normally operated. When the auxiliary machine 40 is stopped or standby operated, electric power is obtained

from the capacitor 24.

COPYRIGHT: (C)2004,JPO



(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-14159

(P2004-14159A)

(43) 公開日 平成16年1月15日(2004.1.15)

(51) Int.Cl. 7
HO1M 8/04
B60L 11/18
HO1M 8/00
// HO1M 8/10

F 1
HO1M 8/04
B6OL 11/18
HO1M 8/00
HO1M 8/10

P	テーマコード 5H026
G	5H027
Z	5H115

テーマコード（参考）

5H026

5H027

審査請求 未請求 請求項の数 14 O.L. (全 21 頁)

(21) 出願番号
(22) 出願日

特願2002-162411 (P2002-162411)
平成14年6月4日 (2002. 6. 4)

(71) 出題人 000003207

トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町1番地

591261509
株式会社エクオス・リサーチ
東京都千代田区外神田3丁目1-9番1-2号

(74) 代理人 東京都千代田区外神田2丁目19
110000028

(72) 発明者 杉浦 浩
愛知県豊田市上里町西1番地 1 〒460-0001

(72) 発明者
石川 哲浩

最終頁に鏡く

(54) [発明の名称] 電源装置

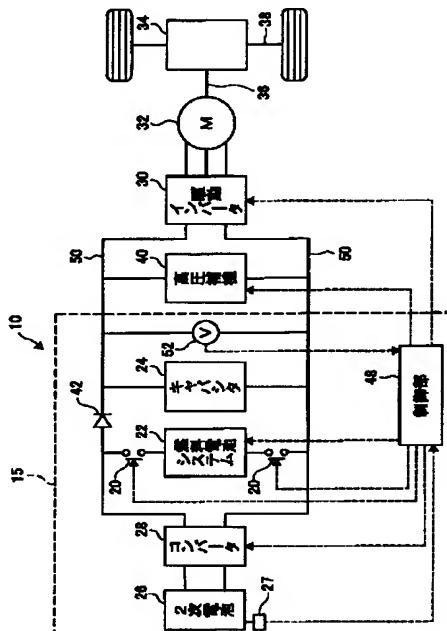
(57) 【要約】

【課題】燃料電池を備える電源装置において、電源装置全体のエネルギー効率が低下するのを防止する技術を提供する。

【解決手段】電源装置15では、キャバシタ電圧が第1の基準電圧よりも大きいときには、燃料電池システム22の燃料ガス供給装置、酸素含有ガス供給装置など燃料電池60の補機40を停止する。キャバシタ電圧が第2の基準電圧より小さくなると、燃料電池システム22を運転して燃料電池60から電力を得る。キャバシタ電圧が第1の基準電圧を越える前に、キャバシタ電圧がより低い段階で、補機40の運転状態を、定常運転から待機運転に移行してもよい。また、キャバシタ電圧が第2の基準電圧を下回った後、キャバシタ電圧がより低い段階で、補機40の運転状態を待機運転としてもよい。その後、補機40を定常運転する。補機40が、停止または待機運転されるときにはキャバシタ24から電力を得る。

〔選択圖〕

1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

所定の負荷に電力を供給する配線に対して並列に接続された燃料電池およびキャパシタを備える電源装置の運転方法であって、

(a) 前記キャパシタの電圧を検出する工程と、

(b) 前記燃料電池による発電のために運転される補助装置が運転されている状態において、前記キャパシタの電圧が第1の基準電圧に達したときに、前記補助装置の運転を停止する工程と、を備える電源装置の運転方法。

【請求項 2】

請求項1記載の電源装置の運転方法であって、さらに、

10

(c) 前記補助装置の運転が停止されている状態において、前記キャパシタの電圧が前記第1の基準電圧よりも小さな値を有する第2の基準電圧まで下降したときに、前記補助装置の運転を開始する工程を備える、電源装置の運転方法。

【請求項 3】

請求項2記載の電源装置の運転方法であって、

前記第1および第2の基準電圧は、前記燃料電池の開放電圧近傍の所定の電圧である、運転方法。

【請求項 4】

請求項2記載の電源装置の運転方法であって、さらに、

20

(d) 前記燃料電池が前記配線に接続されている状態において、前記キャパシタの電圧が、前記第1の基準電圧以下の値を有する第3の基準電圧に達したときに、前記燃料電池の前記配線に対する接続を開放する工程と、

(e) 前記燃料電池の前記配線に対する接続が開放されている状態において、前記キャパシタの電圧が、前記第2の基準電圧以下の値を有する第4の基準電圧まで下降したときに、前記燃料電池を前記配線に対して再接続する工程と、を備える電源装置の運転方法。

【請求項 5】

請求項4記載の電源装置の運転方法であって、

前記第3の基準電圧は、前記第1の基準電圧よりも低く前記第4の基準電圧以上の値を有し、

前記運転方法は、さらに、

30

(f) 前記キャパシタの電圧が、前記第3の基準電圧を上回った後、前記第1の基準電圧を上回るか、または第4の基準電圧を下回るまでは、前記補助装置の運転状態を、前記キャパシタの電圧が前記第3の基準電圧より低いときの前記補助装置の運転状態よりも消費電力の低い運転状態とする工程を備える、電源装置の運転方法。

【請求項 6】

請求項4記載の電源装置の運転方法であって、

前記第4の基準電圧は、前記第2の基準電圧よりも低い値を有し、

前記運転方法は、さらに、

40

(f) 前記キャパシタの電圧が前記第2の基準電圧を下回った後、前記第4の基準電圧を下回るかまたは前記第1の基準電圧を上回るまでは、前記補助装置の運転状態を、前記第4の基準電圧を下回った後の前記補助装置の運転状態よりも消費電力の低い運転状態とする工程と、を備える電源装置の運転方法。

【請求項 7】

請求項1記載の電源装置の運転方法であって、

前記補助装置は、前記燃料電池に燃料ガスを供給するための装置を含む、運転方法。

【請求項 8】

所定の負荷に電力を供給する電源装置であって、

前記負荷に電力を供給する配線に対して並列に接続される燃料電池システムおよびキャパシタと、

前記キャパシタの電圧を検出する電圧計と、

50

前記燃料電池システムの運転を制御する制御部と、を備える電源装置であって、
前記燃料電池システムは、燃料電池と、前記燃料電池による発電のために運転される補助
装置と、を備え、

前記制御部は、前記補助装置が運転されている状態において、前記キャパシタの電圧が第
1の基準電圧に達したときに、前記補助装置の運転を停止する指示を出力する、電源装置
。

【請求項 9】

請求項 8 記載の電源装置であって、

前記制御部は、前記補助装置の運転が停止されている状態において、前記キャパシタの電
圧が前記第 1 の基準電圧よりも小さな値を有する第 2 の基準電圧まで下降したときに、前
記補助装置の運転を開始する電源装置。
10

【請求項 10】

請求項 9 記載の電源装置であって、

前記第 1 および第 2 の基準電圧は、前記燃料電池の開放電圧近傍の所定の電圧である、電
源装置。

【請求項 11】

請求項 9 記載の電源装置であって、さらに、

前記燃料電池と前記配線との間の接続を入り切りするスイッチを備え、

前記制御部は、

前記燃料電池が前記配線に接続されている状態において、前記キャパシタの電圧が、前記
第 1 の基準電圧以下の値を有する第 3 の基準電圧に達したときに、前記スイッチを開状態
とする指示を出力し、
20

前記燃料電池の前記配線に対する接続が開放されている状態において、前記キャパシタの
電圧が、前記第 2 の基準電圧以下の値を有する第 4 の基準電圧まで下降したときに、前記
スイッチを閉状態とする指示を出力する、電源装置。

【請求項 12】

請求項 11 記載の電源装置であって、

前記第 3 の基準電圧は、前記第 1 の基準電圧よりも低く前記第 4 の基準電圧以上の値を有
し、

前記制御部は、前記キャパシタの電圧が、前記第 3 の基準電圧を上回った後、前記第 1 の
基準電圧を上回るか、または第 4 の基準電圧を下回るまでは、前記補助装置の運転状態を
、前記キャパシタの電圧が前記第 3 の基準電圧より低いときの前記補助装置の運転状態よ
りも消費電力の低い運転状態とする、電源装置。
30

【請求項 13】

請求項 11 記載の電源装置であって、

前記第 4 の基準電圧は、前記第 2 の基準電圧よりも低い値を有し、

前記制御部は、前記キャパシタの電圧が前記第 2 の基準電圧を下回った後、前記第 4 の基
準電圧を下回るかまたは前記第 1 の基準電圧を上回るまでは、前記補助装置の運転状態を
、前記第 4 の基準電圧を下回った後の前記補助装置の運転状態よりも消費電力の低い運転
状態とする、電源装置。
40

【請求項 14】

請求項 8 記載の電源装置であって、

前記補助装置は、前記燃料電池に燃料ガスを供給するための装置を含む、運転方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、燃料電池とキャパシタとを備える電源装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

燃料電池を備える電源装置の利用方法としては、例えば、電気自動車の駆動用電源として
50

用いる方法が提案されている。燃料電池が発電する電力を、電気自動車の駆動モータに供給することで、車両の駆動力を得ることができる。特開平8-19115号公報では、このような電源装置として、燃料電池に加えてキャパシタを備えるものが開示されている。この電源装置は、大負荷時には、キャパシタから、または燃料電池とキャパシタの両方からエネルギーを供給する。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

燃料電池を備える燃料電池システムは、燃料電池の出力特性によって、低出力時には燃料電池システム全体のエネルギー効率が大きく低下するという性質を有している。すなわち、燃料電池を運転する際には、燃料供給に関わる各種ポンプなどが所定の電力を消費するが¹⁰、発電量が小さいときほど、発電量に対するこのような電力消費量の割合が大きくなる。そのため、低出力時には燃料電池システムのエネルギー効率が低下する。そこで、燃料電池を備える電源装置においては、燃料電池システムの効率が低下する低出力時においても、システム全体のエネルギー効率を充分に確保する構成が望まれていた。

【0004】

本発明は、上述した従来の課題を解決するためになされたものであり、燃料電池を備える電源装置において、燃料電池システムのエネルギー効率が低下するのに起因して電源装置全体のエネルギー効率が低下するのを防止する技術を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】

20

上記目的を達成するために、本発明は、所定の負荷に電力を供給する以下のような電源装置において、所定の処理を行う。この電源装置は、負荷に電力を供給する配線に対して並列に接続される燃料電池システムおよびキャパシタと、キャパシタの電圧を検出する電圧計と、燃料電池システムの運転を制御する制御部と、を備える。燃料電池システムは、燃料電池と、燃料電池による発電のために運転される補助装置と、備える。

【0006】

上記のような電源装置において、キャパシタの電圧を検出する。燃料電池による発電のために運転される補助装置が運転されている状態において、キャパシタの電圧が第1の基準電圧に達したときに、補助装置の運転を停止する。このような態様とすれば、燃料電池による発電の効率が低い領域において、燃料電池に代えてキャパシタから電力を供給して、燃料電池の補助装置による電力消費を低減することができる。

30

【0007】

また、補助装置の運転が停止されている状態において、キャパシタの電圧が第1の基準電圧よりも小さな値を有する第2の基準電圧まで下降したときに、補助装置の運転を開始することが好ましい。このような態様とすれば、負荷の大きさが変動する場合にも、効率的に電力を供給することができる。なお、第2の基準電圧の値を第1の基準電圧の値と等しくすることもできる。

【0008】

なお、第1および第2の基準電圧は、燃料電池の開放電圧近傍の所定の電圧であることが好ましい。このような態様とすれば、キャパシタに十分に電荷が蓄積されているときに、燃料電池による発電を停止してキャパシタから電力を供給することができる。

40

【0009】

また、燃料電池が配線に接続されている状態において、キャパシタの電圧が、第1の基準電圧以下の値を有する第3の基準電圧に達したときに、燃料電池の配線に対する接続を開放することが好ましい。そして、燃料電池の配線に対する接続が開放されている状態において、キャパシタの電圧が、第2の基準電圧以下の値を有する第4の基準電圧まで下降したときに、燃料電池を配線に対して再接続することが好ましい。このような態様とすれば、燃料電池による発電の効率が悪い領域では、燃料電池を回路から切り離して、キャパシタから電力を供給することができる。なお、第3の基準電圧の値は第1の基準電圧の値と等しくすることもできる。そして、第4の基準電圧の値は第2の基準電圧の値と等しくす

50

ることもできる。

【0010】

なお、第3の基準電圧を、第1の基準電圧よりも低く第4の基準電圧以上の値とし、以下のような処理を行うこともできる。すなわち、キャパシタの電圧が、第3の基準電圧を上回った後、第1の基準電圧を上回るか、または第4の基準電圧を下回るまでは、補助装置の運転状態を、キャパシタの電圧が第3の基準電圧より低いときの補助装置の運転状態よりも消費電力の低い運転状態とする。このような態様とすれば、キャパシタ電圧が第3の基準電圧を上回った後、下降に転じて、燃料電池が再び配線に接続された場合にも、速やかに燃料電池から必要なだけの電力を供給することができる。なお、第3の基準電圧の値は第4の基準電圧の値と等しくすることもできる。

10

【0011】

また、第4の基準電圧を、第2の基準電圧よりも低く第3の基準電圧以下の値とし、以下のような処理を行うこともできる。すなわち、キャパシタの電圧が第2の基準電圧を下回った後、第4の基準電圧を下回るかまたは第1の基準電圧を上回るまでは、補助装置の運転状態を、第4の基準電圧を下回った後の補助装置の運転状態よりも消費電力の低い運転状態とする。このような態様とすれば、燃料電池が再び配線に接続された場合にも、速やかに燃料電池から必要なだけの電力を供給することができる。なお、第4の基準電圧の値は第3の基準電圧の値と等しくすることもできる。

【0012】

補助装置は、たとえば、燃料電池に燃料ガスを供給するための装置とすることができる。
また、補助装置は、燃料電池に酸素含有ガスを供給するための装置であってもよい。

20

【0013】

本発明は、上記以外の種々の形態で実現可能であり、例えば、電源装置の運転方法や、電源装置を備える電気自動車などの形態で実現することが可能である。

【0014】

【発明の実施の形態】

次に、本発明の実施の形態を実施例に基づいて以下の順序で説明する。

A. 装置の全体構成：

B. 燃料電池、二次電池、キャパシタの動作：

B 1. 燃料電池の運転：

30

B 2. 二次電池の充放電：

B 3. キャパシタの充放電：

C. 定常運転モードと間欠運転モード：

C 1. 定常運転モードと間欠運転モードの切り換え：

C 2. 補機の停止：

D. 変形例：

D 1. 変形例1：

D 2. 変形例2：

D 3. 変形例3：

D 4. 変形例4：

40

D 5. 変形例5：

D 6. 変形例6：

【0015】

A. 装置の全体構成：

図1は、本発明の第1実施例である電気自動車10の構成の概略を表わすブロック図である。電気自動車10は、電源装置15を備えており、電源装置15から電力を供給される負荷として、高圧補機40と、駆動インバータ30を介して電源装置15に接続される駆動モータ32とを備えている。これら電源装置15と負荷との間には、配線50が設けられており、この配線50を介して、電源装置15と負荷との間で電力がやり取りされる。

【0016】

50

電源装置15は、燃料電池システム22と、キャパシタ24と、2次電池26とを備えている。燃料電池システム22は、後述するように発電の本体である燃料電池を備えている。この燃料電池システム22が備える燃料電池とキャパシタ24とは、上記配線50に対して並列に接続されている。この配線50には、燃料電池へ電流が逆流するのを防止するためのダイオード42がさらに設けられている。さらに、配線50には、この配線50に対する燃料電池の接続状態を入り切りするスイッチ20が設けられている。また、配線50は、DC/DCコンバータ28に接続しており、このDC/DCコンバータ28を介して、2次電池26は配線50に接続している。また、このような電源装置15における電圧を測定するために、配線50には、電圧計52がさらに設けられている。

【0017】

10

図2は、燃料電池システム22の構成の概略を表わす説明図である。燃料電池システム22は、燃料電池60と、燃料ガス供給部61と、プロワ64と、水素循環ポンプ67と、を備えている。本実施例では、燃料電池60として、固体高分子型燃料電池を用いた。燃料ガス供給部61は、内部に水素を貯蔵し、水素ガスを燃料ガスとして燃料電池60に供給する装置である。燃料ガス供給部61は、例えば、バルブ61bを備える水素ボンベとすることができる。あるいは、水素吸蔵合金を内部に有する水素タンクを備えることとし、上記水素吸蔵合金に水素を吸蔵させることによって水素を貯蔵することとしてもよい。このような燃料ガス供給部61が貯蔵する水素ガスは、水素ガス供給路62を介して燃料電池60のアノードに供給され、電気化学反応に供される。電気化学反応で利用されなかつた残りの水素ガスは、水素ガス排出路63に排出される。水素ガス排出路63は、水素ガス供給路62に接続している。水素ガス排出路63には水素循環ポンプ67が設けられている。残余の水素ガスは水素循環ポンプ67によって水素ガス供給路62に送られ、再び電気化学反応に供される。また、プロワ64が取り込んだ圧縮空気は、酸化ガス供給路65によって、酸化ガスとして燃料電池60のカソードに供給される。燃料電池60から排出されるカソード排ガスは、カソード排ガス路66に導かれて外部に排出される。なお、燃料電池システム22において、水素ガスあるいは空気を加湿する加湿器を、水素ガス供給路62や酸化ガス供給路65にさらに設けることとしても良い。

20

【0018】

30

図1の2次電池26としては、鉛蓄電池や、ニッケルーカドミウム蓄電池、ニッケルー水素蓄電池、リチウム2次電池など種々の2次電池を用いることができる。この2次電池26は、燃料電池システム22の始動時に、燃料電池システム22の各部を駆動するための電力を供給したり、燃料電池システム22の暖機運転が完了するまでの間、各負荷に対して電力を供給する。また、燃料電池60が定常状態で発電を行なうときにも、負荷が所定の値よりも大きくなる場合には、2次電池26によって電力を補う。

【0019】

40

また、2次電池26には、2次電池26の残存容量(SOC)を検出するための残存容量モニタ27が併設されている。本実施例では、残存容量モニタ27は、2次電池26における充電・放電の電流値と時間とを積算するSOCメータとして構成されている。あるいは、残存容量モニタ27は、SOCメータの代わりに電圧センサによって構成することとしてもよい。2次電池26は、その残存容量が少なくなるにつれて電圧値が低下するという性質を有しているため、電圧を測定することによって2次電池26の残存容量を検出することができる。

【0020】

DC/DCコンバータ28は、目標電圧値を設定することによって、燃料電池60からの出力電圧を調節し、燃料電池60の発電量を制御する。また、DC/DCコンバータ28は、2次電池26と配線50との接続状態を制御するスイッチとしての役割も果たしており、2次電池26において充放電を行なう必要のないときには、2次電池26と配線50との接続を開放する。

【0021】

電源装置15から電力の供給を受ける負荷の一つである駆動モータ32は、同期モータで 50

あって、回転磁界を形成するための三相コイルを備えている。この駆動モータ32は、駆動インバータ30を介して配線50に接続し、電源装置15から電力の供給を受ける。駆動インバータ30は、上記モータの各相に対応してスイッチング素子としてのトランジスタを備えるトランジスタインバータである。駆動モータ32の出力軸36は、減速ギヤ34を介して車両駆動軸38に接続している。減速ギヤ34は、駆動モータ32が出力する動力を、その回転数を調節した上で車両駆動軸38に伝える。

【0022】

また、他の負荷である高圧補機40は、燃料電池60による発電を行なうために用いる補機類のことである。これらの高圧補機40は、電源装置15から供給される電力を、300V以上の電圧のまま利用する装置である。高圧補機40としては、例えば、燃料電池60に空気を供給するためのプロワ64や、水素ガス排出路63と水素ガス供給路62との間で水素ガスを循環させるための水素循環ポンプ67が挙げられる(図2参照)。さらに、燃料電池60を冷却するために、燃料電池60内部に冷却水を循環させるための冷却ポンプ(図示せず)も、高圧補機40に含まれる。これらの装置は、燃料電池システム22に含まれる装置であるが、図1においては、電源装置15の外側に、高圧補機40として示した。

10

【0023】

また、電気自動車10は、制御部48をさらに備えている。制御部48は、マイクロコンピュータを中心とした論理回路として構成され、詳しくは、予め設定された制御プログラムに従って所定の演算などを実行するCPUと、CPUで各種演算処理を実行するのに必要な制御プログラムや制御データ等が予め格納されたROMと、同じくCPUで各種演算処理をするのに必要な各種データが一時的に読み書きされるRAMと、各種の信号を入出力する入出力ポート等を備える。この制御部48は、既述した電圧計52による検出信号や、残存容量モニタ27が出力する信号、あるいは、車両の運転に関して入力される指示信号を取得する。また、DC/DCコンバータ28、スイッチ20、燃料電池システム22、駆動インバータ30、高圧補機40などに駆動信号を出力する。

20

【0024】

B. 燃料電池、二次電池、キャパシタの動作：

B1. 燃料電池の運転：

電気自動車10の運転時には、制御部48が、車両における車速やアクセル開度に基づいて、所望の走行状態を実現するために必要な電力を算出する。電気自動車10が、燃料電池によって必要なエネルギーを得る「定常運転モード」にあるときには、制御部48は、上記必要な電力に加えて、高圧補機40が要求する電力や、2次電池26の残存容量にさらに基づいて、燃料電池60が出力すべき電力を算出する。以下で、燃料電池、二次電池、キャパシタの動作について説明する。

30

【0025】

図3は、燃料電池60における出力電流と、出力電圧あるいは出力電力との関係を示すグラフである。図3に示すように、燃料電池60から出力すべき電力 P_{fc} が定まれば、燃料電池60の出力電力の特性を表す曲線より、そのときの燃料電池60の出力電流の大きさ I_{fc} が定まる。出力電流 I_{fc} が定まれば、燃料電池60の電流-電圧の特性を表す曲線(以下、この曲線を燃料電池の「特性曲線」と呼ぶことがある。)より、そのときの燃料電池60の出力電圧 V_{fc} が定まる。このようにして求めた出力電圧 V_{fc} を、制御部48が目標電圧としてDC/DCコンバータ28に対して指令することによって、燃料電池60の発電量が所望量となるように制御される。

40

【0026】

図4は、燃料電池のプロワの運転状態を定めるフローチャートである。燃料電池システム22には、図2に示すように、プロワ64や水素循環ポンプ67などの高圧補機40が含まれる。制御部48は、上述のようにして燃料電池60の出力電流、出力電圧を定め、それらの値に基づいて、プロワ64や水素循環ポンプ67などの、燃料電池による発電のために運転される高圧補機40の運転状態を定める。たとえば、プロワ64に対する指示は

50

、以下のように行われる。まず、図4のステップS10で、制御部48は、出力電流 I_{F_c} を流すのに燃料電池60が必要とする空気量を計算する。そして、ステップS20で、燃料電池60が必要とする空気量を供給するのに必要な、プロワ64の回転数を計算する。そして、ステップS30で、プロワ64の回転数指令値をプロワ64に対して出力する。水素循環ポンプ67などの他の補機類に対する指令値も、同様に、燃料電池60の出力電流 I_{F_c} 、出力電圧 V_{F_c} に基づいて計算され、出力される。

【0027】

なお、図3に示したような、燃料電池60の出力電流に対する出力電圧の値、あるいは出力電力の値は、燃料電池60の内部温度によって変化する。したがって、上記のように燃料電池60の出力電圧（目標電圧） V_{F_c} を定めるときには、燃料電池60の内部温度をさらに考慮することが望ましい。
10

【0028】

B2. 二次電池の充放電：

本実施例の電気自動車10では、負荷の大きさが所定の値以上であって、2次電池26の残存容量が充分に大きい場合には、2次電池26からも負荷に対して電力が供給される。このような場合には、制御部48は、2次電池26からも電力が供給されることを考慮して、燃料電池60が出力すべき電力を決定し、DC/DCコンバータ28における目標電圧を設定する。図3に示すように、燃料電池60の出力電圧は、負荷が大きく出力電流が大きいほど低くなる。また、2次電池26は、残存容量が大きいほど、その出力電圧が高くなるという性質を有している。そのため、負荷の大きさが所定の値以上であって、2次電池26の残存容量が充分に大きい場合には、DC/DCコンバータ28における目標電圧、すなわち、燃料電池60の出力電圧は、2次電池26の出力電圧よりも低い値となる。これによって、燃料電池60からだけでなく、2次電池26からも高圧補機40あるいは駆動モータ32に対して電力が供給されるようになる。
20

【0029】

これに対して、2次電池26の残存容量が所定の値以下になると、2次電池26を充電する必要が生じる。このとき、負荷の大きさがある程度小さく、燃料電池60の出力に余裕がある場合には、燃料電池60によって2次電池26の充電が行なわれる。2次電池26の充電を行なう場合には、負荷に対して供給すべき電力に加えて、この2次電池26を充電するための電力が得られるように、燃料電池60が出力すべき電力、すなわち燃料電池60の運転状態が決定される（図3参照）。2次電池26は、残存容量が少ないほど、その出力電圧が低くなるという性質を有している。そのため、2次電池26の残存容量が所定の値以下の場合には、DC/DCコンバータ28において設定される目標電圧、すなわち燃料電池60の出力電圧は、2次電池26の出力電圧よりも高い値となる。これによって、燃料電池60は、高圧補機40あるいは駆動モータ32に対して電力が供給するだけでなく、2次電池26の充電を行なうようになる。
30

【0030】

B3. キャパシタの充放電：

また、本実施例の電気自動車10では、キャパシタ24も充放電を繰り返す。キャパシタ24は、これに残存する電荷量と出力電圧とが1対1に対応しており、残存する電荷量が多いときほど出力電圧が高く、少ないときほど出力電圧が低くなる。キャパシタ24は、図1に示すように、配線50に対して燃料電池60と並列に接続されている。そのため、燃料電池60の発電時に負荷の大きさが変動して配線50における電圧（電圧計52によって測定可能である）が変動すると、キャパシタ24の電荷量は、配線50の電圧に応じて変化する。配線50の電圧が上昇するときには、キャパシタ24は、燃料電池60から電力の供給を受け、キャパシタ電圧が配線50の電圧に等しくなるまで残存電荷量を増す。また、配線50の電圧が低下するときには、キャパシタ24は、燃料電池60と共に負荷に対して電力を供給し、キャパシタ電圧が配線50の電圧に等しくなるまで残存電荷量を減らす。すなわち、キャパシタ24は、配線50の電圧に応じて充放電を行なう。
40

【0031】

電気自動車10では、制動時（車両の走行時に運転者がブレーキを踏み込む動作を行なったとき）には、駆動モータ32を発電機として用いることによって、車輪の有する運動エネルギーを電気エネルギーに変換し、これを回収する。本実施例では、このような回生において電力として回収されるエネルギーは、キャパシタ24によって吸収される。キャパシタ24は、上記2次電池26に比べてパワー密度の高い蓄電手段であり、充放電効率も高い蓄電手段である。すなわち、短時間のうちに充放電可能な電力量が多い。したがって、キャパシタ24を用いることで、車両の運転者がブレーキを踏み込むような短い制動時間に回生運転モードを実行する際に、回生によって生じた電力を効率よく回収することができる。

【0032】

10

電気自動車10において、駆動モータ32が発電し回生が行われると、駆動モータ32側から駆動インバータ30を介して配線50に対して電力が供給される。本実施例では、このような回生時に駆動モータ32から配線50に対して電力が供給されるときの電圧（以下、説明を簡単にするために「駆動モータ32からの出力電圧 V_o 」という）は、駆動モータの回転数や加速度の大きさによって変動するが、定常運転モード時に燃料電池60から電力が供給される際の配線50の電圧の上限よりも高くなりうるように設定されている。

【0033】

20

図3に示すように、燃料電池60の出力電圧は、負荷が大きく出力電流が大きいほど低くなる。よって、燃料電池60から電力が供給される際の配線50の電圧の上限は、燃料電池60の開放電圧OCVである。燃料電池60の「開放電圧」とは、燃料電池60を回路から切り離した状態での、燃料電池60の端子間電圧である。スイッチ20がONであり、燃料電池60とキャパシタ24が並列に接続されているときには、キャパシタ24の端子間電圧は燃料電池60の出力電圧と等しくなっている。よって、燃料電池60から電力が供給される際には、キャパシタ24の端子間電圧は、最大でも開放電圧OCVである。

【0034】

30

これに対して、駆動モータ32からの出力電圧 V_o は、前述のように燃料電池60の開放電圧OCVよりも高い値を取りうる。よって、制御部48が、駆動モータ32からの出力電圧 V_o を、キャパシタ24の端子間電圧よりも高く設定することで、駆動モータ32が発電した回生エネルギーはキャパシタ24に蓄えられる。その結果、キャパシタ24の端子間電圧が燃料電池の開放電圧OCVを上回ることもある。回路50には、ダイオード42が設けられているので、キャパシタ24の端子間電圧が燃料電池の開放電圧OCVを上回っても、キャパシタ24から燃料電池システム22に向けて電流が流れることはない。

【0035】

C. 定常運転モードと間欠運転モード：

C1. 定常運転モードと間欠運転モードの切り換え：

図5は、燃料電池60の出力の大きさと、エネルギー効率との関係を表わす説明図である。図5(A)は、燃料電池60の効率および燃料電池の補機類が要する動力と、燃料電池60の出力との関係を示す。図5(A)に示すように、燃料電池60の出力が大きくなるほど、燃料電池60単体での発電効率は次第に低下する。一方で、燃料電池60の出力が小さくなってしまっても、燃料電池の補機類を駆動するために消費する動力は、それに比例して小さくなるわけではない。したがって、燃料電池60の出力が小さくなると、燃料電池60の出力に対する燃料電池の補機類が消費する動力は相対的に大きくなる。

40

【0036】

図5(B)は、燃料電池60の出力と、燃料電池システム22全体の効率との関係を示す。図5(A)に示した燃料電池60単体の効率と燃料電池の補機類の消費する動力に基づいて、燃料電池システム22全体の効率を求めると、図5(B)に示すようになる。すなわち、システム効率は、燃料電池60の出力が所定の値のときに最も高くなり、燃料電池60の出力が小さいときには、燃料電池システム22全体のエネルギー効率が低くなる。例えば出力がP_o以下の領域では、図5に示すように、システム効率E_sは、最大効率の650

割程度と極端に低くなる。

【0037】

本実施例の電気自動車10では、燃料電池システム22全体の効率が悪くなる低負荷時には、燃料電池システム22を回路50から切り離し、燃料電池60によるモータ32への電力の供給を停止する。これにより、システム全体のエネルギー効率が低下するのを防止する。燃料電池システム22が回路に接続され、燃料電池60が負荷の大きさに応じた電力をモータ32に供給するような運転状態を、「定常運転モード」と呼ぶ。これに対して、キャパシタ24によってモータ32に電力が供給され、燃料電池60は負荷の大きさに応じた電力をモータ32に供給しない運転状態を「間欠運転モード」と呼ぶ。

【0038】

図6は、電気自動車10の運転モードの切換え手順を表わすフローチャートである。本ルーチンは、定常運転モードにおいて開始される。定常運転モードにおいては、燃料電池60の高圧補機40は、負荷に応じて燃料電池60がモータ32に電力を供給できるように、運転される。このような運転を、高圧補機40の「定常運転」と呼ぶ。本ルーチンが実行されると、制御部48は、まず、電圧計52が検出する配線50の電圧値 V_c を読み込む(ステップS110)。そして、この電圧値 V_c と、あらかじめ定めた所定の基準電圧値 V_2 とを比較する(ステップS120)。

10

【0039】

基準電圧値 V_2 とは、定常運転モードから間欠運転モードに切り替えるか否かの判断を行なうための基準として、予め制御部48内に記憶されているものである。配線50の電圧値 V_c が基準電圧値 V_2 よりも小さい場合に、燃料電池システム22全体のエネルギー効率が許容できる程度となるよう、基準電圧値 V_2 は定められる。基準電圧値 V_2 は燃料電池60の開放電圧OCVよりもある程度低い値に設定される。図3に示すように、燃料電池60の電圧は、開放電圧OCVより低い値しかとりえず、また、図3および図5(A)、図5(B)に示すように、燃料電池60の電圧が高く出力電力が低い状態では、燃料電池システム22全体のエネルギー効率が低くなるためである。基準電圧値 V_2 が、特許請求の範囲にいう「第3の基準電圧」である。基準電圧値 V_2 は、たとえば、燃料電池の開放電圧の80~90%の値とすることができます。

20

【0040】

ステップS120において、配線50の電圧値 V_c が基準電圧値 V_2 よりも小さいと判断され、ステップS120の判定結果がNoとなるときには、ステップS110に戻る。すなわち、定常運転モードが維持される。その後、配線50の電圧値 V_c が基準電圧値 V_2 以上となるまで、ステップS110およびステップS120の動作が繰り返される。この間、電気自動車10は、定常運転モードを維持する。

30

【0041】

ステップS120において、配線50の電圧値 V_c が基準電圧値 V_2 以上であると判断され、ステップS120の判定結果がYesとされると、制御部48は、スイッチ20に駆動信号を出力してこれを開状態とする(ステップS130)。このようにスイッチ20を開状態とすると、燃料電池60の回路50に対する接続が開放されるため(図1参照)、燃料電池60からモータ32への電力の供給は停止される。モータ32へは、キャパシタ24から電力が供給されるようになり、電気自動車10は、間欠運転モードに移行する。燃料電池60の高圧補機40は、ステップS130以降では、一定の低出力で運転される。この間欠運転モードにおける一定の低出力での高圧補機40の運転を「待機運転」と呼ぶ。「待機運転」とは、各補機の単位時間当たりの消費電力が「定常運転」における最低の単位時間当たりの消費電力よりも小さくなるような、補機の運転状態である。一方、キャパシタ24は、既述したようにパワー密度が高く、充放電効率も高い。このため、キャパシタ24は、スイッチ20が開状態とされたときに、速やかに負荷が要求する電力を出力することができる。

40

【0042】

間欠運転モードに移行すると、制御部48は、再び電圧計52が検出する配線50の電圧

50

値 V_c の読み込みを行なう（ステップ S 140）。次に、読み込んだ電圧値 V_c と、基準電圧値 V_1 とを比較する（ステップ S 150）。ここで、基準電圧値 V_1 とは、間欠運転モードから通常運転モードに切り替えるか否かの判断を行なうための基準として、予め制御部 48 内に記憶されているものである。基準電圧値 V_1 は、既述した基準電圧値 V_2 の近傍の値であるが基準電圧値 V_2 よりも低い値として設定されている。基準電圧値 V_1 は、基準電圧値 V_2 の近傍の値であるため、配線 50 の電圧値 V_c が基準電圧値 V_1 以下である場合には、燃料電池システム 22 全体のエネルギー効率は許容できる程度となる。なお、基準電圧値 V_2 は、基準電圧値 V_2 の 80% 以上 100% 未満の値とすることができる。この基準電圧値 V_1 は、基準電圧値 V_2 の 90% 以上であることが好ましく、さらに、基準電圧値 V_2 の 95% 以上であることが好ましい。基準電圧値 V_1 が、特許請求の範囲にいう「第4の基準電圧」である。10

【0043】

ステップ S 150において、配線 50 の電圧値 V_c が基準電圧値 V_1 よりも大きいと判断され、ステップ S 150 の判定結果が No となるときには、処理は、燃料電池の補機停止ルーチンであるステップ S 160 を経て、ステップ S 140 に戻る。そして、配線 50 の電圧値 V_c が基準電圧値 V_1 以下になるまで、ステップ S 140～S 160 の動作が繰り返される。すなわち、配線 50 の電圧値 V_c が基準電圧値 V_1 よりも大きいときには、「間欠運転モード」が維持される。その間、制御部 48 は、燃料電池 60 の高圧補機 40 について待機運転を行うか、または後述するように高圧補機 40 の運転を停止する。20

【0044】

配線 50 の電圧値 V_c が基準電圧値 V_1 よりも大きいときに燃料電池システム 22 で電力の供給を行うこととすると、前述のように、出力電力に対する高圧補機 40 の消費電力の割合が大きくなるので、電気自動車 10 全体として効率が低くなる。このため、本実施例においては、 V_c が基準電圧値 V_1 よりも大きいときには、燃料電池 60 を回路 50 から切り離し、キャパシタ 24 からモータ 32 に電力を供給する。そして、燃料電池 60 の高圧補機 40 については、待機運転するかまたは運転を停止することとして、電気自動車 10 全体の効率を高く維持するものである。

【0045】

ステップ S 150において、配線 50 の電圧値 V_c が基準電圧値 V_1 以下であると判断され、ステップ S 150 の判定結果が Yes となると、制御部 48 は、スイッチ 20 に駆動信号を出力してこれを閉状態とし（ステップ S 170）、燃料電池システム 22 を、負荷に応じてモータ 32 に電力を供給するように運転する。すなわち、燃料電池 60 の高圧補機 40 の運転を定常運転に切り換える。ステップ S 170 の処理によって、燃料電池 60 によるモータ 32 への電力の供給が再開される。そして、電気自動車 10 は定常運転モードに移行する。その後、制御部 48 は、処理を終了する。30

【0046】

図 7 は、定常運転モードと間欠運転モードとが交互に切り替わるときの、燃料電池 60 の出力電圧およびキャパシタ 24 の電圧を示す説明図である。ステップ S 130においてスイッチ 20 を開状態とし、定常運転モードから間欠運転モードに切り替わったときを、図 7 に「OFF」と記載して示す。そして、ステップ S 170においてスイッチ 20 を閉状態とし、間欠運転モードから定常運転モードに切り替わったときを、図 7 に「ON」と記載して示す。40

【0047】

たとえば、グラフ中の状態 p 1において、電気自動車 10 は間欠運転モードから定常運転モードに移行している。定常運転モードにおいては、燃料電池システム 22 とキャパシタ 24 は並列に接続されるので、図 7においても、キャパシタ電圧と燃料電池の電圧とは一致している。その後、状態 p 2 を経て、状態 p 3において電気自動車 10 は定常運転モードから間欠運転モードに移行している。

【0048】

間欠運転モードにおいては、燃料電池システム 22 が回路 50 から切り離される。そして50

、制御部48は、燃料電池システム22を待機運転する。このため、間欠運転モードにおいては、キャパシタ電圧が電気自動車の運転状態に応じて変化するのに対し、燃料電池60の電圧は、待機運転による一定電圧となる。待機運転は低出力の運転であるため、間欠運転モードにおいては、燃料電池60の端子間電圧はOCV近傍の値となる。図7において、燃料電池60の端子間電圧を一点鎖線で示す。状態p3以降、間欠運転モードで運転された電気自動車10は、その後、状態p4を経て、状態p5で再び定常運転モードに移行している。

【0049】

間欠運転モードにおいては、キャパシタ24がモータ32に電力を供給するので、時間の経過とともにキャパシタ電圧は低下するはずである。しかし、図7中、間欠運転モードにおいてもキャパシタ電圧が上昇している場合がある。これは、そのときに回生が行われているためである。回生が行われる結果、状態p4近傍において、キャパシタ電圧は、燃料電池の開放電圧OCVを超える値となっている。10

【0050】

一方、定常運転モードにおいては、燃料電池60が電力を供給しているため、燃料電池60の出力電圧の指令値が燃料電池60およびキャパシタ24の電圧となる。よって、図3に示した燃料電池の特性より、燃料電池60が比較的多くの電力を供給する場合は、燃料電池60およびキャパシタ24の電圧は低くなり、燃料電池60が比較的少ない電力を供給する場合は、燃料電池60およびキャパシタ24の電圧は高くなる。ただし、定常運転モードにおいても回生が行われるため、電圧計52によって測定されるキャパシタ24の電圧は、回生によって上昇することがある。20

【0051】

なお、間欠運転モード時には、上記のようにキャパシタ24から負荷に対して電力を供給するだけでなく、さらに2次電池からも負荷に対して電力を供給することとしても良い。間欠運転モードとすべき低負荷状態が長く続くときや、2次電池26の残存容量が充分に多いときには、キャパシタ24に加えて、さらに2次電池26を用いることとしてもよい。30

【0052】

C2. 補機の停止：

図8は、補機停止ルーチンS160の内容を示すフローチャートである。補機停止ルーチンS160では、状況に応じて、燃料電池60による発電を行なうために用いる高圧補機40の運転を停止する処理が行われる。補機停止ルーチンにおいては、制御部48は、まず、ステップS210で、高圧補機40が待機運転されているか否かを判定する。高圧補機40が待機運転中であり、ステップS210の判定結果がYesとなつた場合は、次に、ステップS220で、配線50の電圧値 V_c が基準電圧値 V_{c1} よりも大きいか否かが判定される。40

【0053】

基準電圧値 V_{c1} は、燃料電池60の開放電圧OCVの近傍の値である。基準電圧値 V_{c1} は、燃料電池60の高圧補機40を停止するか否かの判断を行なうための基準として、予め制御部48内に記憶されている。基準電圧値 V_{c1} は、以下のようないくつかの条件を満たすように設定される。すなわち、配線50の電圧値 V_c が基準電圧値 V_{c1} よりも大きく燃料電池60の高圧補機40が停止されている状態から、電圧値 V_c が基準電圧値 V_{c1} を下回り、電気自動車10が定常運転モードに移行しても、燃料電池60の高圧補機40が定常状態に移行し指定された電力を供給できる状態になるまでの間、電気自動車10の運転に支障が出ないようにキャパシタ24が電力を供給できるだけの値に、基準電圧値 V_{c1} は設定される。基準電圧値 V_{c1} が、特許請求の範囲にいう「第1の基準電圧」である。

【0054】

基準電圧値 V_{c1} は、たとえば燃料電池60の開放電圧OCV近傍の値とすることができる。「燃料電池60の開放電圧OCV近傍の値」とは、燃料電池60の開放電圧OCV近傍の値の80%以上120%未満の値を意味する。この基準電圧値 V_{c1} は、基準電圧値50

V_2 の 90 %以上 110 %未満であることが好ましく、さらに、基準電圧値 V_2 の 95 %以上 105 %未満であることが好ましい。

【0055】

ステップ S 220において、電圧値 V_c が基準電圧値 $V_{0,1}$ よりも大きく、ステップ S 220の判定結果が Yes である場合には、ステップ S 230で高圧補機 40 の運転が停止される。電圧値 V_c が基準電圧値 $V_{0,1}$ 以下であり、ステップ S 220の判定結果が No である場合には、ステップ S 240で高圧補機 40 の待機運転が継続される。

【0056】

一方、ステップ S 210において高圧補機 40 が待機運転されておらず、ステップ S 210の判定結果が No となつた場合は、次に、ステップ S 250で、配線 50 の電圧値 V_c が基準電圧値 $V_{0,2}$ 未満であるか否かが判定される。
10

【0057】

基準電圧値 $V_{0,2}$ は、燃料電池 60 の開放電圧 OCV の近傍の値である。基準電圧値 $V_{0,2}$ は、燃料電池 60 の高圧補機 40 の運転を再開するか否かの判断を行なうための基準として、予め制御部 48 内に記憶されている。基準電圧値 $V_{0,2}$ は、以下の条件を満たすように設定される。すなわち、配線 50 の電圧値 V_c が基準電圧値 $V_{0,2}$ よりも大きく燃料電池 60 の高圧補機 40 が停止されている状態から、電圧値 V_c が基準電圧値 $V_{0,2}$ を下回り、電気自動車 10 が定常運転モードに移行しても、燃料電池 60 の高圧補機 40 が定常状態に移行し指定された電力を供給できる状態になるまでの間、電気自動車 10 の運転に支障が出ないようにキャパシタ 24 が電力を供給できるだけの値に、基準電圧値 $V_{0,2}$ 20 は設定される。基準電圧値 $V_{0,2}$ は、燃料電池 60 の開放電圧 OCV 近傍の値であつて、基準電圧値 $V_{0,1}$ 以下の値とすることが好ましい。基準電圧値 $V_{0,2}$ が、特許請求の範囲にいう「第 2 の基準電圧」である。

【0058】

電圧値 V_c が基準電圧値 $V_{0,2}$ 以上であり、ステップ S 250の判定結果が No である場合には、ステップ S 260で高圧補機 40 の停止が維持される。電圧値 V_c が基準電圧値 $V_{0,2}$ より低く、ステップ S 250の判定結果が Yes である場合には、ステップ S 270で高圧補機 40 の待機運転が再開される。

【0059】

キャパシタ 24 の端子間電圧が OCV より高いときには、キャパシタ 24 の端子間電圧は燃料電池 60 の電圧よりも高くなる（図 3 参照）。よって、キャパシタ 24 の端子間電圧が OCV より高いときには、スイッチ 20 の状態によらず、燃料電池 60 からモータ 32 には電力は供給されない。よって、燃料電池 60 の高圧補機 40 を停止するか否か、高圧補機 40 の待機運転を再開するか否かの判断を行なうための基準である基準電圧値 $V_{0,1}$ 、 $V_{0,2}$ を、燃料電池 60 の開放電圧 OCV 近傍の値とすれば、燃料電池 60 がモータ 32 に電力を供給しない状態のときに、高圧補機 40 を停止するという制御を行うことができる。
30

【0060】

図 9 は、図 7 における状態 p3 から状態 p5 までの間欠運転モードの区間を拡大して示した図である。図 9 の状態 p3 においては、電気自動車 10 は間欠運転モードに移行した直後である。基準電圧値 V_2 は、OCV よりも低い値に設定されているので、このとき、燃料電池 60 の高圧補機 40 は、定常運転から待機運転に移行して、待機運転を行っている（図 6 のステップ S 130 参照）。したがって、ステップ S 210 の判定結果は、Yes となる。また、図 9 の状態 p3 においては、電圧は $V_{0,1}$ よりも低いため、ステップ S 220 における判定結果は No となり、ステップ S 240 において高圧補機 40 の待機運転は継続される。
40

【0061】

図 9 においては、状態 p3 から時間の経過とともに電圧 V_c が上昇しているが、状態 p6 に至るまでは、電圧 V_c は $V_{0,1}$ を超えていない。したがって、運転状態が状態 p3 から状態 p6 にある間の区間 P_r1 においては、補機停止ルーチン S 160 内においては、ス
50

ステップ S 210, S 220, S 240 の処理が行われ、高圧補機 40 は待機運転される。電気自動車 10 の運転状態が図 9 の状態 p 6 を超えると、電圧 V_c が $V_{0.1}$ を超えるので、ステップ S 220 の判定結果は Yes となる。その結果、ステップ S 230 において高圧補機 40 の運転が停止される。

【0062】

図 9においては、状態 p 3 から時間の経過とともにキャパシタ電圧 V_c が上昇しているが、電圧 V_c が減少していった場合には、キャパシタ電圧 V_c が基準電圧値 V_1 を下回った時点でステップ S 150 (図 6 参照) の判定結果が Yes となる。そして、ステップ S 170 で、高圧補機 40 は定常運転を開始される。すなわち、ステップ S 130 で開始された高圧補機 40 の待機運転は、キャパシタ電圧 V_c が基準電圧値 V_1 を下回り、ステップ S 170 で定常運転が開始されることで終了するか (図 6 参照)、または、キャパシタ電圧 V_c が基準電圧値 $V_{0.1}$ を上回り、ステップ S 230 (図 8 参照) で運転を停止されることで終了する。
10

【0063】

ステップ S 230 で高圧補機 40 の運転が停止されると、その後は、ステップ S 210 の判定結果は No となり、ステップ S 250 で、配線 50 の電圧値 V_c が基準電圧値 $V_{0.2}$ 未満であるか否かが判定される。状態 p 6 以降、電圧 V_c の値は上昇したり下降したりしているが、状態 p 7 に至るまでは、 $V_{0.2}$ よりも高い値を保っている。したがって、運転状態が状態 p 6 から状態 p 7 にある間の区間 Pr 2 においては、高圧補機 40 の運転は停止される。電気自動車 10 の運転状態が図 9 の状態 p 7 を超えると、電圧 V_c が $V_{0.2}$ を下回るので、ステップ S 250 の判定結果は Yes となる。その結果、ステップ S 270 において高圧補機 40 の待機運転が再開される。その後、運転状態が状態 p 5 に至ると、電気自動車 10 は、定常運転モードに移行する (図 7 参照)。その結果、燃料電池 60 の高圧補機 40 も、定常運転される。すなわち、運転状態が状態 p 7 から状態 p 5 にある間の区間 Pr 3 においては、区間 Pr 1 と同様、間欠運転モード中にあって燃料電池 60 の高圧補機 40 は待機運転される。
20

【0064】

図 9においては、状態 p 7 から時間の経過とともにキャパシタ電圧 V_c が下降しているが、電圧 V_c が上昇していった場合には、キャパシタ電圧 V_c が基準電圧値 $V_{0.1}$ を上回った時点でステップ S 220 (図 8 参照) の判定結果が Yes となる。そして、ステップ S 230 で、高圧補機 40 の運転が停止される。すなわち、ステップ S 270 で開始された高圧補機 40 の待機運転は、キャパシタ電圧 V_c が基準電圧値 V_1 を下回り、ステップ S 170 で定常運転が開始されることで終了するか (図 6 参照)、または、キャパシタ電圧 V_c が基準電圧値 $V_{0.1}$ を上回り、ステップ S 230 (図 8 参照) で運転を停止されることで終了する。
30

【0065】

第 1 実施例においては、キャパシタ電圧 V_c が基準電圧値 V_2 を超えてから基準電圧値 V_1 を下回るまでの間、間欠運転モードによる運転が行われ、燃料電池 60 によるモータ 32 への負荷に応じた電力の供給は行われない。そして、間欠運転モード中は、燃料電池 60 の高圧補機 40 が待機運転され (図 9 の区間 Pr 1, Pr 3)、または高圧補機 40 の運転が停止される (図 9 の区間 Pr 2)。したがって、モータ 32 が低出力で運転されるときにも燃料電池 60 によって負荷に応じた発電が行われる場合に比べて、電気自動車 10 全体の効率を高くすることができます。
40

【0066】

また、キャパシタ電圧 V_c が基準電圧値 $V_{0.2}$ を下回ると定常運転モードへの以降に先立って高圧補機 40 が待機運転されるので (図 9 の区間 Pr 3)、定常運転モードに移行した直後も、燃料電池システム 22 の発電量の時間遅れが少ない。さらに、キャパシタ電圧 V_c が基準電圧値 $V_{0.1}$ を上回るまでは、間欠運転モードにおいても高圧補機 40 が待機運転される (図 9 の区間 Pr 1)。このため、電気自動車 10 が間欠運転モードに移行した後、すぐにキャパシタ電圧が下がって再度、定常運転モードに移行しても、燃料電池シ
50

ステム 2 2 の発電量の時間遅れが少ない。

【0067】

また、第1実施例においては、高圧補機40の運転再開の判定基準となる基準電圧値 $V_{\text{c}2}$ が、高圧補機40の運転停止の判定基準となる基準電圧値 $V_{\text{c}1}$ よりも低い値に設定されている。このため、キャパシタ電圧 V_{c} が微小変動を繰り返しても、その変動範囲が $V_{\text{c}1}$ と $V_{\text{c}2}$ の間にある限り、高圧補機40の運転停止と再開が頻繁に繰り返されることはない。

【0068】

また、第1実施例においては、間欠運転モードへの移行の判定基準となる基準電圧値 V_1 が、定常運転モードへの移行の判定基準となる基準電圧値 V_2 よりも低い値に設定されている。このため、キャパシタ電圧 V_{c} が微小変動を繰り返しても、その変動範囲が V_1 と V_2 の間にある限り、定常運転モードと間欠運転モードとが頻繁に繰り返されることがない。
10

【0069】

また、第1実施例においては、 $V_{\text{c}1} > V_{\text{c}2}$ 、 $V_{\text{c}2} > V_1$ の関係が成立している。このため、高圧補機40を停止している状態の前後に、待機運転を行うことができる。

【0070】

さらに、第1実施例においては、基準電圧値 $V_{\text{c}1}$ と $V_{\text{c}2}$ が、燃料電池の開放電圧OCV近傍の値に設定されている。このため、高圧補機40の運転を再開してから、電気自動車10が燃料電池60から電力を得る定常運転モードに移行するまでの間、キャパシタ24に蓄えられたエネルギーで、十分、電気自動車10を運転することができる。
20

【0071】

D. 変形例：

この発明は上記の実施例や実施形態に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の態様において実施することが可能であり、例えば次のような変形も可能である。

【0072】

D 1. 変形例1：

図10は、間欠運転モード中のキャパシタ電圧 V_{c} の変化を示した図である。図10に示す態様は、図8に示す処理において、基準電圧値 $V_{\text{c}1}$ と基準電圧値 $V_{\text{c}2}$ をともに同じ値 $V_{\text{c}1,2}$ とした場合の態様である。図10に示す態様においては、配線50の電圧値 V_{c} が基準電圧値 $V_{\text{c}1,2}$ よりも大きいときに、燃料電池60の高圧補機40の運転を停止し、電圧値 V_{c} が基準電圧値 $V_{\text{c}1,2}$ よりも低くなったときに、燃料電池60の高圧補機40の待機運転を再開する。その結果、間欠運転モード中において、区間Pr4と区間Pr6においては高圧補機40は待機運転され、区間Pr5においては、高圧補機40は停止される。このような態様としても、電気自動車10全体の効率を高くすることができる。
30

【0073】

上記実施例では、配線50の電圧値 V_{c} が基準電圧値 $V_{\text{c}1}$ よりも大きいときに、燃料電池60の高圧補機40の運転を停止し、電圧値 V_{c} が基準電圧値 $V_{\text{c}2}$ よりも低くなったときに、燃料電池60の高圧補機40の待機運転を再開していた。しかし、これら二つの基準電圧値は、図10に示す態様のように、同じ値 $V_{\text{c}1,2}$ であってもよい。また、基準電圧値 $V_{\text{c}1}$ 、 $V_{\text{c}2}$ は、いずれも燃料電池60の開放電圧OCVよりも高い値であったが、高圧補機40の待機運転を行うか、高圧補機40を停止するかの判断の基準となる電圧は、図10に示す態様のように、燃料電池60の開放電圧OCVよりも低い値であってもよい。
40

【0074】

D 2. 変形例2：

図11は、間欠運転モード中のキャパシタ電圧 V_{c} の変化を示した図である。図11に示す態様においては、高圧補機40の運転を停止すべきか否かを判断するための電圧値 V_{c}
50

₁ (図8のステップS220参照)が、定常運転モードから間欠運転モードに移行すべきか否かの判断の基準値である基準電圧値V₂ (図6のステップS120参照)と等しい。そして、高圧補機40の運転を再開すべきか否かを判断するための電圧値V₂ (図8のステップS250参照)が、間欠運転モードから定常運転モードに移行すべきか否かの判断の基準値である基準電圧値V₁ (図6のステップS150参照)と等しい。その結果、高圧補機40の運転を停止する前の待機運転、および運転再開時の待機運転は行われない。

【0075】

上記のような態様とする結果、区間P r 7で示す間欠運転モード中において、高圧補機40は停止される。このような態様としても、電気自動車10全体の効率を高くすることができます。なお、間欠運転モードから定常運転モード平行した直後は、水素ガスや圧縮空気が制御部48が計算した量だけ燃料電池60に送られない可能性もある(図2参照)。しかし、キャパシタ24の容量を十分に大きく取っておけば、その間の電力は、キャパシタ24から供給されうる。

【0076】

D3. 変形例3:

上記の実施例では、所定の条件下で高圧補機40を停止し、または待機運転することで、電気自動車10全体としての効率を高めていた。そして、高圧補機40の例として、酸素含有ガスである圧縮空気を燃料電池60に送るプロワ64(図2参照)、燃料ガスである水素を燃料電池60に送る水素循環ポンプ67(図2参照)、燃料電池60内部に冷却水を循環させるための冷却ポンプ(図示せず)などを示した。しかし、所定の条件下で運転を停止し、または待機運転を行う補助装置はこれらに限られるものではない。たとえば、燃料電池を運転する際に使用される各バルブやセンサなど、高圧機器以外の機器について、運転を停止等することとしてもよい。すなわち、燃料電池による発電のために運転される補助装置を、所定の条件下で停止したり、待機運転することで、電気自動車10全体としての効率を高めることができる。

【0077】

D4. 変形例4:

図6に示した間欠運転判断処理ルーチンにおいては、運転状態を、定常運転モードから間欠運転モードに変更するかどうかの判断は、配線50の電圧に基づいて行なったが、異なる値に基づくこととても良い。既述したように、配線50の電圧に基づくこととすれば、所望のタイミングで正確に切り替えを行なうことができるが、燃料電池60の出力は、負荷要求に応じて増減するため、負荷の大きさに基づいて判断しても良い。あるいは、燃料電池60の出力電流値に基づいて、定常運転モードから間欠運転モードへの切り替えの判断をしても良い。燃料電池システム22のエネルギー効率が望ましくない程度に低下する状態となるときに、間欠運転モードが実行されればよい。

【0078】

D5. 変形例5:

また、第1実施例では、配線50に対する燃料電池60の接続を取り切りするスイッチ20は、燃料電池60の2つの端子のそれぞれに対して設けたが、どちらか一方だけにスイッチを設けることとしても良い。間欠運転モードにおいて、燃料電池60からの出力を、停止させることができればよい。

【0079】

D6. 変形例6:

既述した実施例では、燃料電池システム22は、燃料ガスとして水素ガスを用いることとした。これに対して、燃料ガスとして、改質ガスを用いる構成も可能である。このような場合には、図2に示した燃料電池システム22において、燃料ガス供給部61として、水素を貯蔵する装置に代えて、改質ガスを生成する装置を備えることとすればよい。具体的には、改質反応に供する改質燃料および水を貯蔵するタンクや、改質触媒を備える改質器、さらに、改質ガス中の一酸化炭素濃度を低減するための反応を促進する触媒を備える反

10

20

30

40

50

応部などを備えることとすればよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】電気自動車10の構成の概略を表わすブロック図である。
 【図2】燃料電池システム22の構成の概略を表わす説明図である。
 【図3】燃料電池60における出力電流と、出力電圧あるいは出力電力との関係を示す説明図である。

【図4】燃料電池のプロワの運転状態を定めるフローチャートである。
 【図5】燃料電池60の出力の大きさと、エネルギー効率との関係を表わす説明図である。
 【図6】運転モードの切り換えルーチンを表わすフローチャートである。
 【図7】定常運転モードと間欠運転モードとが交互に切り替わるときの、燃料電池60の10出力電圧およびキャパシタ24の電圧を示す説明図である。
 【図8】補機停止ルーチンS160の内容を示すフローチャートである。
 【図9】図7における状態p3から状態p5までの間欠運転モードの区間を拡大して示した図である。
 【図10】間欠運転モード中のキャパシタ電圧Vcの変化を示した図である。
 【図11】間欠運転モード中のキャパシタ電圧Vcの変化を示した図である。

【符号の説明】

10	…電気自動車	20
15	…電源装置	
20	…スイッチ	
22	…燃料電池システム	
24	…キャパシタ	
27	…残存容量モニタ	
28	…DC／DCコンバータ	
30	…駆動インバータ	
32	…駆動モータ	
34	…減速ギヤ	
36	…出力軸	
38	…車両駆動軸	
40	…高圧補機	30
42	…ダイオード	
48	…制御部	
50	…回路(配線)	
52	…電圧計	
60	…燃料電池	
61	…燃料ガス供給部	
61 b	…バルブ	
62	…水素ガス供給路	
63	…水素ガス排出路	
64	…プロワ	40
65	…酸化ガス供給路	
66	…カソード排ガス路	
67	…水素循環ポンプ	
Eo	…出力がPoのときの燃料電池のシステム効率	
Vo	…出力がPoのときの燃料電池の電圧	
I _{f c}	…出力電流	
OCV	…開放電圧	
P _o	…燃料電池の出力	
P _{f c}	…電力	
P _{r 1} ～P _{r 7}	…区間	50

S 1 6 0 …補機停止ルーチン

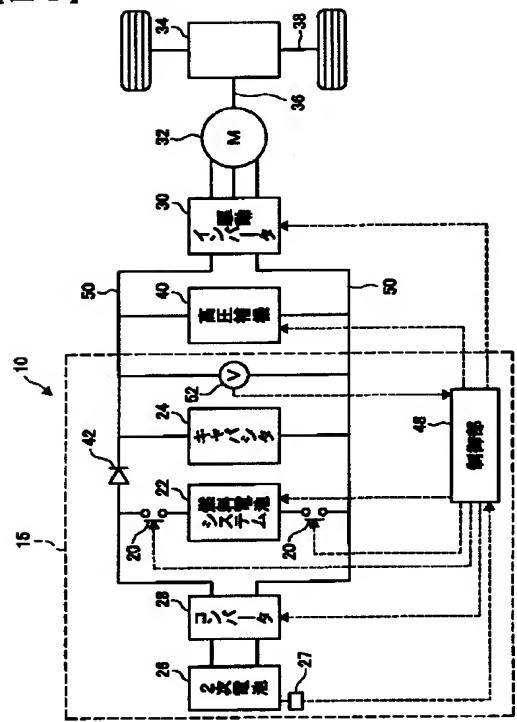
V_o …出力が P_o のときの燃料電池の電圧

V_c …キャパシタ電圧

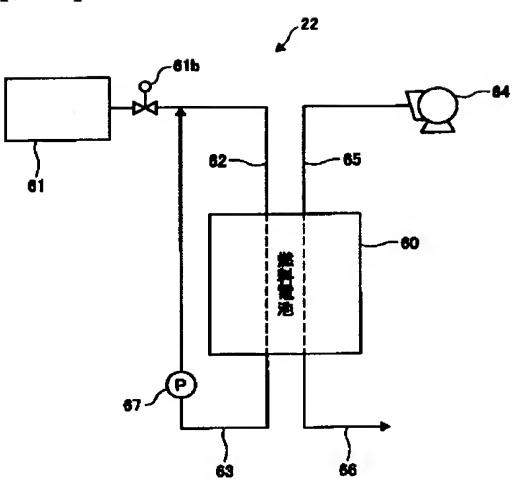
V_{F_c} …出力電圧

p 1 ~ p 7 …キャパシタの状態

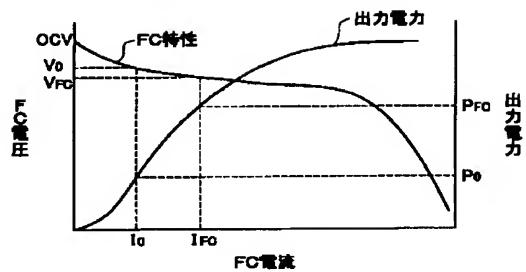
【図 1】



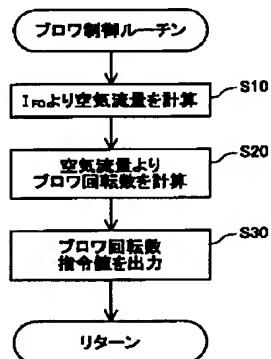
【図 2】



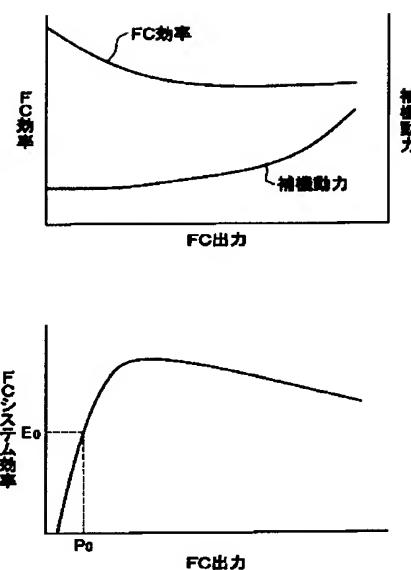
【図 3】



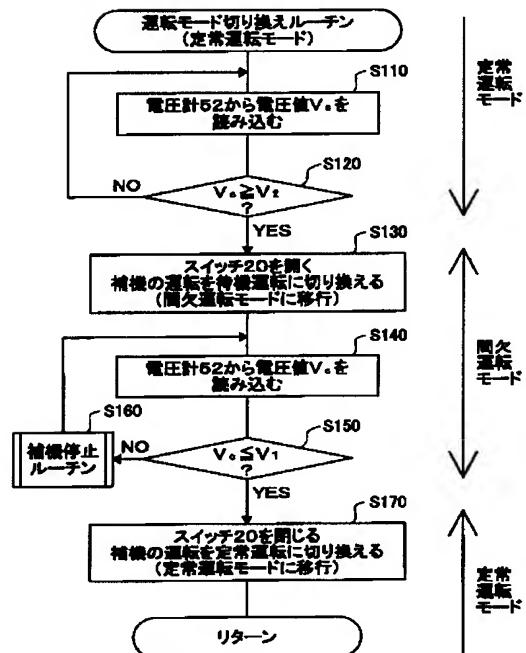
【図 4】



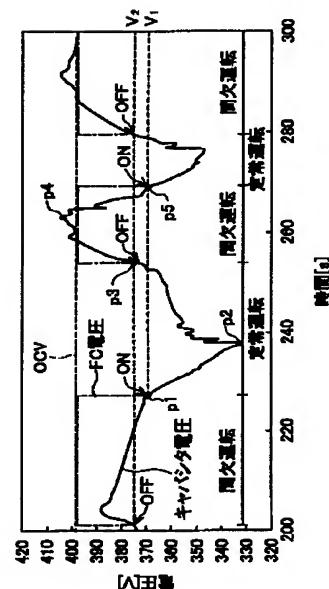
【図 5】



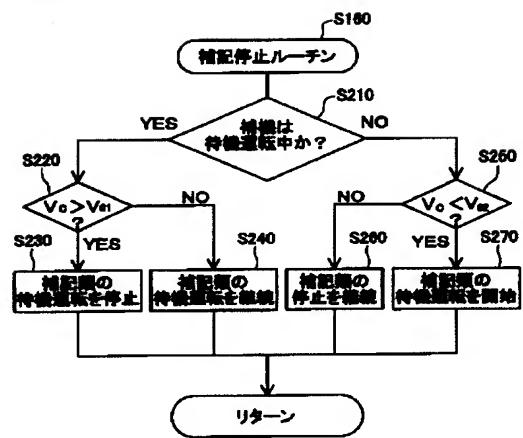
【図 6】



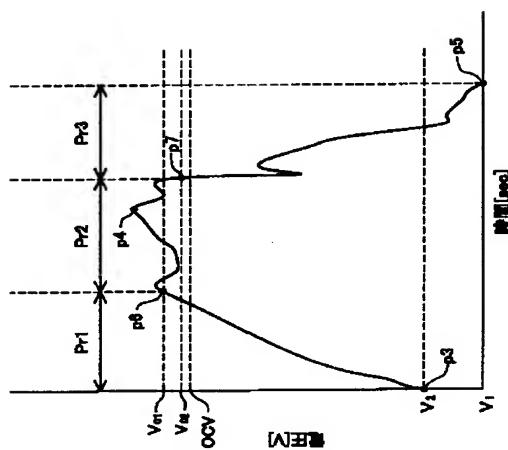
【図 7】



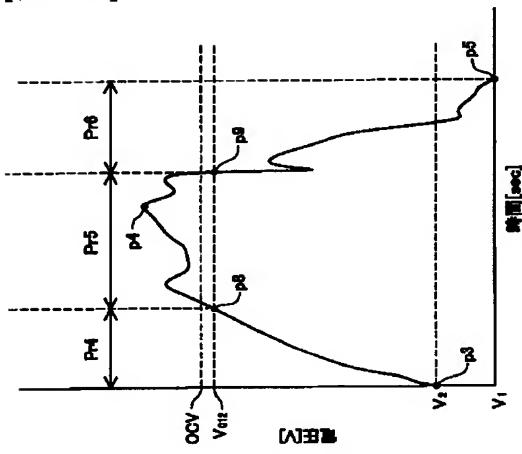
【図 8】



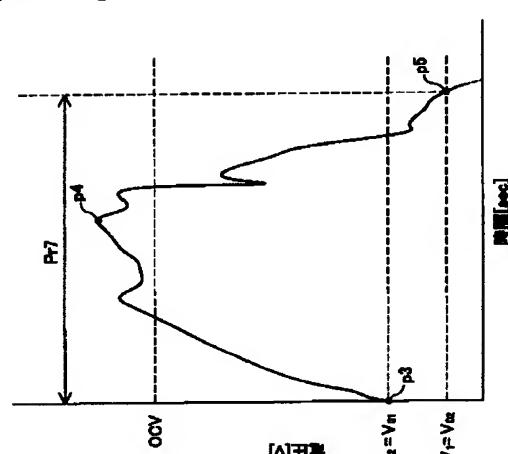
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(72)発明者 安藤 正夫
東京都千代田区外神田2丁目19番12号 五島ビル 株式会社エクオス・リサーチ内
(72)発明者 加藤 憲二
東京都千代田区外神田2丁目19番12号 五島ビル 株式会社エクオス・リサーチ内
(72)発明者 堀口 宗久
東京都千代田区外神田2丁目19番12号 五島ビル 株式会社エクオス・リサーチ内

F ターム(参考) SH026 AA06

SH027 AA06 BA13 BA19 KK51 MM01 MM04 MM08 MM26
SH115 PA11 PC06 PG04 PI18 PI29 PI30 PU08 PV02 PV09 PV23
QA10 QE05 QN03 QN08 SE06 SJ11 TI02 TI05 TI06 T012
T013 TR05 TU04

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]**[Claim 1]**

It is an operating method of an electric power unit provided with a fuel cell and a capacitor which were connected to predetermined load in parallel to wiring which supplies electric power,

- (a) A process of detecting voltage of said capacitor,
- (b) An operating method of an electric power unit provided with a process of suspending operation of said auxiliary device, in the state where an auxiliary device operated for power generation by said fuel cell is operated when voltage of said capacitor becomes the 1st reference voltage.

[Claim 2]

It is an operating method of the electric power unit according to claim 1, and is a pan,

- (c) An operating method of an electric power unit provided with a process of starting operation of said auxiliary device when voltage of said capacitor descends in the state where operation of said auxiliary device is suspended, to the 2nd reference voltage that has a value smaller than said 1st reference voltage.

[Claim 3]

It is an operating method of the electric power unit according to claim 2,

An operating method which is voltage predetermined [near the open circuit voltage of said fuel cell] in said 1st and 2nd reference voltage.

[Claim 4]

It is an operating method of the electric power unit according to claim 2, and is a pan,

- (d) A process of opening connection to said wiring of said fuel cell when voltage of said capacitor becomes the 3rd reference voltage that has a value below said 1st reference voltage in the state where said fuel cell is connected to said wiring,

(e) An operating method of an electric power unit provided with a process of carrying out reconnection of said fuel cell to said wiring when voltage of said capacitor descends in the state where connection to said wiring of said fuel cell is opened wide, to the 4th reference voltage that has a value below said 2nd reference voltage.

[Claim 5]

It is an operating method of the electric power unit according to claim 4,

Said 3rd reference voltage has a value more than said 4th reference voltage lower than said 1st reference voltage,

Said operating method is further,

(f) Until it exceeds said 1st reference voltage or is less than the 4th reference voltage, after voltage of said capacitor exceeds said 3rd reference voltage, An operating method of an electric power unit provided with a process of making operational status of said auxiliary device into operational status in which power consumption is lower than operational status of said auxiliary device when voltage of said capacitor is lower than said 3rd reference voltage.

[Claim 6]

It is an operating method of the electric power unit according to claim 4,

Said 4th reference voltage has a value lower than said 2nd reference voltage,

Said operating method is further,

(f) Until it is less than said 4th reference voltage or exceeds said 1st reference voltage, after voltage of said capacitor is less than said 2nd reference voltage, An operating method of an electric power unit provided with a process of making operational status of said auxiliary device into operational status in which power consumption is lower than operational status of said auxiliary device after being less than said 4th reference voltage.

[Claim 7]

It is an operating method of the electric power unit according to claim 1,

An operating method containing a device for said auxiliary device to supply fuel gas to said fuel cell.

[Claim 8]

It is an electric power unit which supplies electric power to predetermined load,

A fuel cell system and a capacitor which are connected to said load in parallel to wiring which supplies electric power,

A voltmeter which detects voltage of said capacitor,

It is an electric power unit provided with a control section which controls operation of said fuel cell system,

Said fuel cell system is provided with a fuel cell and an auxiliary device operated for power generation by said fuel cell,

An electric power unit with which said control section outputs directions which suspend

operation of said auxiliary device in the state where said auxiliary device is operated when voltage of said capacitor becomes the 1st reference voltage.

[Claim 9]

It is the electric power unit according to claim 8,

An electric power unit with which said control section starts operation of said auxiliary device when voltage of said capacitor descends in the state where operation of said auxiliary device is suspended, to the 2nd reference voltage that has a value smaller than said 1st reference voltage.

[Claim 10]

It is the electric power unit according to claim 9,

An electric power unit which is voltage predetermined [near the open circuit voltage of said fuel cell] in said 1st and 2nd reference voltage.

[Claim 11]

It is the electric power unit according to claim 9, and is a pan,

It has a switch containing connection between said fuel cell and said wiring,

Said control section,

In the state where said fuel cell is connected to said wiring, when voltage of said capacitor becomes the 3rd reference voltage that has a value below said 1st reference voltage, directions which make said switch an opened state are outputted,

An electric power unit which outputs directions which make said switch a closed state when voltage of said capacitor descends in the state where connection to said wiring of said fuel cell is opened wide, to the 4th reference voltage that has a value below said 2nd reference voltage.

[Claim 12]

It is the electric power unit according to claim 11,

Said 3rd reference voltage has a value more than said 4th reference voltage lower than said 1st reference voltage,

Said control section until it exceeds said 1st reference voltage or is less than the 4th reference voltage, after voltage of said capacitor exceeds said 3rd reference voltage, An electric power unit which makes operational status of said auxiliary device operational status in which power consumption is lower than operational status of said auxiliary device when voltage of said capacitor is lower than said 3rd reference voltage.

[Claim 13]

It is the electric power unit according to claim 11,

Said 4th reference voltage has a value lower than said 2nd reference voltage,

Until said control section is less than said 4th reference voltage or exceeds said 1st reference voltage, after voltage of said capacitor is less than said 2nd reference voltage, An electric

power unit which makes operational status of said auxiliary device operational status in which power consumption is lower than operational status of said auxiliary device after being less than said 4th reference voltage.

[Claim 14]

It is the electric power unit according to claim 8,

An operating method containing a device for said auxiliary device to supply fuel gas to said fuel cell.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]**[0001]****[Field of the Invention]**

This invention relates to an electric power unit provided with a fuel cell and a capacitor.

[0002]**[Description of the Prior Art]**

As a utilizing method of an electric power unit provided with a fuel cell, the method of using as a power supply for a drive of an electromobile is proposed, for example. The driving force of vehicles can be obtained by supplying the electric power which a fuel cell generates to the drive motor of an electromobile. In JP,8-19115,A, what is provided with a capacitor as such an electric power unit in addition to a fuel cell is indicated. This electric power unit supplies energy from both a capacitor or a fuel cell and a capacitor at the time of large load.

[0003]**[Problem(s) to be Solved by the Invention]**

The fuel cell system provided with a fuel cell has the character in which the energy efficiency of the whole fuel cell system falls greatly at the time of low-power output, with the output characteristics of a fuel cell. That is, when operating a fuel cell, the various pumps in connection with fuel supply, etc. consume predetermined electric power, but the rate of such power consumption of as opposed to a production of electricity in the time when a production of electricity is smaller becomes large. Therefore, the energy efficiency of a fuel cell system falls at the time of low-power output. Then, in the electric power unit provided with a fuel cell, composition which fully secures the energy efficiency of the whole system was desired at the time of the low-power output to which the efficiency of a fuel cell system falls.

[0004]

This invention is made in order to solve the conventional technical problem mentioned above,

and in an electric power unit provided with a fuel cell, an object of this invention is to provide the art of preventing the energy efficiency of the whole electric power unit from originating in the energy efficiency of a fuel cell system falling, and falling.

[0005]

[The means for solving a technical problem, and its operation and effect]

To achieve the above objects, this invention performs predetermined processing in the following electric power units which supply electric power to predetermined load. This electric power unit is provided with the fuel cell system and capacitor which are connected to load in parallel to the wiring which supplies electric power, the voltmeter which detects the voltage of a capacitor, and the control section which controls operation of a fuel cell system. A fuel cell system has with a fuel cell and the auxiliary device operated for power generation by a fuel cell.

[0006]

The voltage of a capacitor is detected in the above electric power units. In the state where the auxiliary device operated for power generation by a fuel cell is operated, when the voltage of a capacitor becomes the 1st reference voltage, operation of an auxiliary device is suspended. If it is considered as such a mode, in the field where the efficiency of power generation by a fuel cell is low, it can replace with a fuel cell, electric power can be supplied from a capacitor, and the power consumption by the auxiliary device of a fuel cell can be reduced.

[0007]

In the state where operation of an auxiliary device is suspended, when voltage of a capacitor descends to the 2nd reference voltage that has a value smaller than the 1st reference voltage, it is preferred to start operation of an auxiliary device. If it is considered as such a mode, also when changing a size of load, electric power can be supplied efficiently. A value of the 2nd reference voltage can also be made equal to a value of the 1st reference voltage.

[0008]

As for the 1st and 2nd reference voltage, it is preferred that it is the predetermined voltage near the open circuit voltage of a fuel cell. If it is considered as such a mode, when an electric charge is fully accumulated in a capacitor, power generation by a fuel cell can be suspended and electric power can be supplied from a capacitor.

[0009]

In the state where a fuel cell is connected to wiring, when voltage of a capacitor becomes the 3rd reference voltage that has a value below the 1st reference voltage, it is preferred to open connection to wiring of a fuel cell. And in the state where connection to wiring of a fuel cell is opened wide, when voltage of a capacitor descends to the 4th reference voltage that has a value below the 2nd reference voltage, it is preferred to carry out re connection of the fuel cell to wiring. If it is considered as such a mode, in a field where efficiency of power generation by

a fuel cell is bad, a fuel cell can be separated from a circuit and electric power can be supplied from a capacitor. A value of the 3rd reference voltage can also be made equal to a value of the 1st reference voltage. And a value of the 4th reference voltage can also be made equal to a value of the 2nd reference voltage.

[0010]

The 3rd reference voltage can be made into a value more than the 4th reference voltage lower than the 1st reference voltage, and the following processings can also be performed. That is, operational status of an auxiliary device is made into operational status in which power consumption is lower than operational status of an auxiliary device when voltage of a capacitor is lower than the 3rd reference voltage until it exceeds the 1st reference voltage or is less than the 4th reference voltage, after voltage of a capacitor exceeds the 3rd reference voltage. Also when considering it as such a mode, and it changes to descending and a fuel cell is again connected to wiring after capacitor voltage exceeded the 3rd reference voltage, only required electric power can be promptly supplied from a fuel cell. A value of the 3rd reference voltage can also be made equal to a value of the 4th reference voltage.

[0011]

The 4th reference voltage can be made into a value below the 3rd reference voltage lower than the 2nd reference voltage, and the following processings can also be performed. That is, operational status of an auxiliary device is made into operational status in which power consumption is lower than operational status of an auxiliary device after being less than the 4th reference voltage until it is less than the 4th reference voltage or exceeds the 1st reference voltage, after voltage of a capacitor is less than the 2nd reference voltage. Also when considering it as such a mode and a fuel cell is again connected to wiring, only required electric power can be promptly supplied from a fuel cell. A value of the 4th reference voltage can also be made equal to a value of the 3rd reference voltage.

[0012]

An auxiliary device can be used as a device for supplying fuel gas to a fuel cell, for example. An auxiliary device may be a device for supplying oxygen containing gas to a fuel cell.

[0013]

This invention can be realized with a gestalt of an electromobile etc. which can be realized with various gestalten other than the above, for example, are provided with an operating method of an electric power unit, and an electric power unit.

[0014]

[Embodiment of the Invention]

Next, an embodiment of the invention is described in order of the following based on an example.

A. Entire configuration of a device :

B. Operation of a fuel cell, a rechargeable battery, and a capacitor :

Operation of a B1. fuel cell :

Charge and discharge of B-2. rechargeable battery :

Charge and discharge of a B3. capacitor :

C. Steady operation mode and intermittent operation mode :

Change in C1. steady operation mode and intermittent operation mode :

Stop of C2. auxiliary machinery :

D. Modification :

D1. modification 1 :

D2. modification 2 :

D3. modification 3 :

D4. modification 4 :

D5. modification 5 :

D6. modification 6 :

[0015]

A. Entire configuration of a device :

Drawing 1 is a block diagram showing the outline of the composition of the electromobile 10 which is the 1st example of this invention. The electromobile 10 is provided with the following. It is the high voltage auxiliary machinery 40 as load which is equipped with the electric power unit 15 and to which electric power is supplied from the electric power unit 15.

The drive motor 32 connected to the electric power unit 15 via the drive inverter 30.

The wiring 50 is formed between these electric power units 15 and load, and electric power is exchanged between the electric power unit 15 and load via this wiring 50.

[0016]

The electric power unit 15 is provided with the following.

Fuel cell system 22.

Capacitor 24.

Rechargeable battery 26.

The fuel cell system 22 is provided with the fuel cell which is a main part of power generation as mentioned later. The fuel cell and the capacitor 24 with which this fuel cell system 22 is provided are connected in parallel to the above-mentioned wiring 50. The diode 42 for preventing current from flowing backwards to a fuel cell is further formed in this wiring 50. The switch 20 the wiring 50 has been turned on in the connected state of the fuel cell to this wiring 50 is formed. It has connected with DC to DC converter 28, and the rechargeable battery 26 has connected the wiring 50 to the wiring 50 via this DC to DC converter 28. In order to measure the voltage in such an electric power unit 15, the voltmeter 52 is further formed in the wiring 50.

[0017]

Drawing 2 is an explanatory view showing the outline of the composition of the fuel cell system 22. The fuel cell system 22 is provided with the fuel cell 60, the fuel gas feed zone 61, the blower 64, and the hydrogen circulating pump 67. In this example, the polymer electrolyte fuel cell was used as the fuel cell 60. The fuel gas feed zone 61 is a device which stores hydrogen in an inside and is supplied to the fuel cell 60 by making hydrogen gas into fuel gas. The fuel gas feed zone 61 can be used as a hydrogen cylinder provided with the valve 61b, for example. Or it is good also as storing hydrogen by supposing that it has a hydrogen tank which has a hydrogen storing metal alloy inside, and carrying out occlusion of the hydrogen to the above-mentioned hydrogen storing metal alloy. The hydrogen gas which such a fuel gas feed zone 61 stores is supplied to the anode of the fuel cell 60 via the hydrogen gas supply route 62, and electrochemical reaction is presented with it. The remaining hydrogen gas that was not used by electrochemical reaction is discharged by the hydrogen gas exhaust passage 63. The hydrogen gas exhaust passage 63 is connected to the hydrogen gas supply route 62. The hydrogen circulating pump 67 is formed in the hydrogen gas exhaust passage 63. By the hydrogen circulating pump 67, residual hydrogen gas is sent to the hydrogen gas supply route 62, and electrochemical reaction is again presented with it. The compressed air which the blower 64 incorporated is supplied to the cathode of the fuel cell 60 by the oxidizing gas supply route 65 as oxidizing gas. The cathode exhaust discharged from the fuel cell 60 is led to the cathode exhaust gas path 66, and is discharged outside. In the fuel cell system 22, it is good also as forming further the humidifier which humidifies hydrogen gas or air in the hydrogen gas supply route 62 or the oxidizing gas supply route 65.

[0018]

As the rechargeable battery 26 of drawing 1, various rechargeable batteries, such as a lead storage battery, a Ni Cd battery, a nickel hydrogen storage battery, a lithium secondary battery, can be used. This rechargeable battery 26 supplies electric power to each load until it supplies the electric power for driving each part of the fuel cell system 22 at the time of start up of the fuel cell system 22 or a warm-up of the fuel cell system 22 is completed. When the fuel cell 60 generates electricity by a stationary state and load becomes larger than a predetermined value, it compensates with electric power with the rechargeable battery 26.

[0019]

The remaining capacity monitor 27 for detecting the remaining capacity (SOC) of the rechargeable battery 26 is put side by side to the rechargeable battery 26. The remaining capacity monitor 27 comprises this example as SOC meter which integrates the current value and time of charge and discharge in the rechargeable battery 26. Or the remaining capacity monitor 27 is good also as constituting by a voltage sensor instead of SOC meter. Since it has the character in which a pressure value falls as the remaining capacity of the rechargeable

battery 26 decreases, it can detect the remaining capacity of the rechargeable battery 26 by measuring voltage.

[0020]

By setting up a target voltage value, DC to DC converter 28 adjusts the output voltage from the fuel cell 60, and controls the production of electricity of the fuel cell 60. DC to DC converter 28 has also played a role of a switch which controls the connected state of the rechargeable battery 26 and the wiring 50, and when it is not necessary to perform charge and discharge in the rechargeable battery 26, it opens connection between the rechargeable battery 26 and the wiring 50.

[0021]

The drive motor 32 which is one of the loads which receives supply of electric power from the electric power unit 15 is a synchronous motor, and is provided with the three phase coil for forming a revolving magnetic field. It connects with the wiring 50 via the drive inverter 30, and this drive motor 32 receives supply of electric power from the electric power unit 15. The drive inverter 30 is a transistor inverter provided with the transistor as a switching element corresponding to each phase of the above-mentioned motor. The output shaft 36 of the drive motor 32 is connected to the vehicle driving shaft 38 via the reduction gear 34. The reduction gear 34 tells the power which the drive motor 32 outputs to the vehicle driving shaft 38, after adjusting the number of rotations.

[0022]

The high voltage auxiliary machinery 40 which is other loads is an auxiliary machine class used in order to perform power generation by the fuel cell 60. Such high voltage auxiliary machinery 40 is devices which use the electric power supplied from the electric power unit 15 with the voltage beyond 300V. As the high voltage auxiliary machinery 40, the blower 64 for supplying air and the hydrogen circulating pump 67 for circulating hydrogen gas between the hydrogen gas exhaust passage 63 and the hydrogen gas supply route 62 are mentioned to the fuel cell 60, for example (refer to drawing 2). In order to cool the fuel cell 60, the cooling pump (not shown) for making fuel cell 60 inside circulate through cooling water is also contained in the high voltage auxiliary machinery 40. Although these devices were devices contained in the fuel cell system 22, in drawing 1, they were shown in the outside of the electric power unit 15 as the high voltage auxiliary machinery 40.

[0023]

The electromobile 10 is further provided with the control section 48. The control section 48 is constituted as a logic circuit centering on a microcomputer, and in detail, CPU which performs a predetermined operation etc. according to the control program set up beforehand, It has ROM in which a control program, control data, etc. required at CPU to perform various data processing were stored beforehand, RAM by which various data required to carry out various

data processing by CPU similarly is written temporarily, input/output port which outputs and inputs various kinds of signals. This control section 48 acquires the detecting signal by the voltmeter 52 mentioned already, the signal which the remaining capacity monitor 27 outputs, or the indication signal inputted about operation of vehicles. A driving signal is outputted to DC to DC converter 28, the switch 20, the fuel cell system 22, the drive inverter 30, the high voltage auxiliary machinery 40, etc.

[0024]

B. Operation of a fuel cell, a rechargeable battery, and a capacitor :

Operation of a B1. fuel cell :

At the time of operation of the electromobile 10, electric power required in order that the control section 48 may realize a desired run state based on the vehicle speed and the accelerator opening in vehicles is computed. the time of the electromobile 10 being in the "steady operation mode" in which required energy is acquired with a fuel cell -- the control section 48 -- the above -- required electric power -- in addition, the electric power which the high voltage auxiliary machinery 40 requires, and the electric power which the fuel cell 60 should output further based on the remaining capacity of the rechargeable battery 26 are computed. Below, operation of a fuel cell, a rechargeable battery, and a capacitor is explained.

[0025]

Drawing 3 is a graph which shows the relation between the output current in the fuel cell 60, and output voltage or output power. If electric power P_{FC} which should be outputted from the fuel cell 60 becomes settled as shown in drawing 3, size I_{FC} of the output current of the fuel cell 60 at that time will become settled from the curve showing the characteristic of the output power of the fuel cell 60. If output current I_{FC} becomes settled, output voltage V_{FC} of the fuel cell 60 at that time will become settled from the curve (this curve may be hereafter called the "characteristic curve" of a fuel cell.) showing the characteristic of the current-voltage of the fuel cell 60. Thus, when the control section 48 orders it calculated output voltage V_{FC} to DC to DC converter 28 as target voltage, it is controlled so that the production of electricity of the fuel cell 60 turns into desired quantity.

[0026]

Drawing 4 is a flow chart which defines the operational status of the blower of a fuel cell. As shown in drawing 2, the high voltage auxiliary machinery 40, such as the blower 64 and the hydrogen circulating pump 67, is contained in the fuel cell system 22. The control section 48 defines the output current of the fuel cell 60, and output voltage as mentioned above, and defines the operational status of the high voltage auxiliary machinery 40 operated for power generation by fuel cells, such as the blower 64 and the hydrogen circulating pump 67, based on those values. For example, the directions to the blower 64 are performed as follows. First,

the control section 48 calculates the air content which the fuel cell 60 needs for passing output current I_{FC} at Step S10 of drawing 4. And the number of rotations of the blower 64 required at Step S20 to supply the air content which the fuel cell 60 needs is calculated. And the number-of-rotations command value of the blower 64 is outputted to the blower 64 at Step S30. The command value over other auxiliary machine classes, such as the hydrogen circulating pump 67, is similarly calculated and outputted based on output current I_{FC} of the fuel cell 60, and output voltage V_{FC} .

[0027]

The value of the output voltage to the output current of the fuel cell 60 as shown in drawing 3, or the value of output power changes with the internal temperature of the fuel cell 60. Therefore, when defining output voltage (target voltage) V_{FC} of the fuel cell 60 as mentioned above, it is desirable to take into consideration the internal temperature of the fuel cell 60 further.

[0028]

Charge and discharge of B-2. rechargeable battery :

In the electromobile 10 of this example, the size of load is more than a predetermined value, and when the remaining capacity of the rechargeable battery 26 is large enough, electric power is supplied also from the rechargeable battery 26 to load. In such a case, the control section 48 determines the electric power which the fuel cell 60 should output in consideration of electric power being supplied also from the rechargeable battery 26, and sets up the target voltage in DC to DC converter 28. As shown in drawing 3, the output voltage of the fuel cell 60 becomes so low that load is large and output current is large. The rechargeable battery 26 has the character in which the output voltage becomes high, so that remaining capacity is large. Therefore, the size of load is more than a predetermined value, and when the remaining capacity of the rechargeable battery 26 is large enough, the target voltage in DC to DC converter 28, i.e., the output voltage of the fuel cell 60, serves as a value lower than the output voltage of the rechargeable battery 26. Electric power comes to be supplied also from the fuel cell 60 to the rechargeable battery 26 to the high voltage auxiliary machinery 40 or the drive motor 32 by this.

[0029]

On the other hand, if the remaining capacity of the rechargeable battery 26 becomes below a predetermined value, it will be necessary to charge the rechargeable battery 26. At this time, the size of load is small to some extent, and when the output of the fuel cell 60 has a margin, charge of the rechargeable battery 26 is performed by the fuel cell 60. When charging the rechargeable battery 26, the operational status of the electric power 60 which the fuel cell 60 should output, i.e., a fuel cell, is determined so that the electric power for charging this

rechargeable battery 26 may be obtained in addition to the electric power which should be supplied to load (refer to drawing 3). It has the character in which the output voltage becomes low, so that the rechargeable battery 26 has little remaining capacity. Therefore, when the remaining capacity of the rechargeable battery 26 is below a predetermined value, the target voltage set up in DC to DC converter 28, i.e., the output voltage of the fuel cell 60, serves as a value higher than the output voltage of the rechargeable battery 26. Electric power not only supplies, but by this, the fuel cell 60 comes to perform charge of the rechargeable battery 26 to the high voltage auxiliary machinery 40 or the drive motor 32.

[0030]

Charge and discharge of a B3. capacitor :

In the electromobile 10 of this example, the capacitor 24 also repeats charge and discharge. As for the capacitor 24, the charge quantity and output voltage which remain in this support 1 to 1, the time with more charge quantity which remains has higher output voltage, and, in few times, output voltage becomes low. The capacitor 24 is connected in parallel with the fuel cell 60 to the wiring 50, as shown in drawing 1. Therefore, if the size of load is changed at the time of power generation of the fuel cell 60 and the voltage (it is measurable by the voltmeter 52) in the wiring 50 is changed, the charge quantity of the capacitor 24 will change according to the voltage of the wiring 50. When the voltage of the wiring 50 rises, the capacitor 24 receives supply of electric power from the fuel cell 60, and it increases the amount of remaining charge until capacitor voltage becomes equal to the voltage of the wiring 50. When the voltage of the wiring 50 falls, the capacitor 24 supplies electric power to load with the fuel cell 60, and it reduces the amount of remaining charge until capacitor voltage becomes equal to the voltage of the wiring 50. That is, the capacitor 24 performs charge and discharge according to the voltage of the wiring 50.

[0031]

At the time of braking, by using the drive motor 32 as a dynamo, the kinetic energy which an axle has is changed into electrical energy, and these is collected in the electromobile 10 (when a driver performs operation which breaks in a brake at the time of a run of vehicles). In this example, the energy collected as electric power in such regeneration is absorbed by the capacitor 24. The capacitor 24 is a power storage means with high power density compared with the above-mentioned rechargeable battery 26, and is a power storage means also with high charge and discharge efficiency. That is, the inside of a short time has much chargeable and dischargeable electric energy. Therefore, by using the capacitor 24, when performing regenerative operation mode to the short braking time that the driver of vehicles breaks in a brake, the electric power produced by regeneration can be collected efficiently.

[0032]

In the electromobile 10, if the drive motor 32 generates electricity and regeneration is

performed, electric power will be supplied from the drive-motor 32 side to the wiring 50 via the drive inverter 30. Although voltage (henceforth [in order to simplify explanation] "output voltage V_g from the drive motor 32") in case electric power is supplied from the drive motor 32 to the wiring 50 at the time of such regeneration is changed with the number of rotations of a drive motor, or the size of acceleration in this example, It is set up so that it can become higher than the maximum of the voltage of the wiring 50 at the time of electric power being supplied from the fuel cell 60 at the time of steady operation mode.

[0033]

As shown in drawing 3, the output voltage of the fuel cell 60 becomes so low that load is large and output current is large. Therefore, the maximum of the voltage of the wiring 50 at the time of electric power being supplied from the fuel cell 60 is the open circuit voltage OCV of the fuel cell 60. "Open circuit voltage" of the fuel cell 60 is the voltage between terminals of the fuel cell 60 in the state where the fuel cell 60 was separated from the circuit. The switch 20 is ON, and when the capacitor 24 is connected with the fuel cell 60 in parallel, the voltage between terminals of the capacitor 24 is equal to the output voltage of the fuel cell 60. Therefore, when electric power is supplied from the fuel cell 60, the voltage between terminals of the capacitor 24 is the open circuit voltage OCV at the maximum.

[0034]

On the other hand, output voltage V_g from the drive motor 32 can take a value higher than the open circuit voltage OCV of the fuel cell 60 as mentioned above. Therefore, the regeneration energy which the drive motor 32 generated because the control section 48 sets up more highly than the voltage between terminals of the capacitor 24 output voltage V_g from the drive motor 32 is stored in the capacitor 24. As a result, the voltage between terminals of the capacitor 24 may exceed the open circuit voltage OCV of a fuel cell. Since the diode 42 is formed in the circuit 50, even if the voltage between terminals of the capacitor 24 exceeds the open circuit voltage OCV of a fuel cell, current does not flow towards the fuel cell system 22 from the capacitor 24.

[0035]

C. Steady operation mode and intermittent operation mode :

Change in C1. steady operation mode and intermittent operation mode :

Drawing 5 is an explanatory view showing the size of the output of the fuel cell 60, and a relation with energy efficiency. Drawing 5 (A) shows the relation between the power which the efficiency of the fuel cell 60 and the auxiliary machine class of a fuel cell require, and the output of the fuel cell 60. The generation efficiency in fuel cell 60 simple substance falls gradually, so that the output of the fuel cell 60 becomes large, as shown in drawing 5 (A). On the other hand, even if the output of the fuel cell 60 becomes small, the power consumed since

the auxiliary machine class of a fuel cell is driven does not necessarily become small in proportion to it. Therefore, if the output of the fuel cell 60 becomes small, the power which the auxiliary machine class of the fuel cell to the output of the fuel cell 60 consumes will become large relatively.

[0036]

Drawing 5 (B) shows the relation between the output of the fuel cell 60, and the efficiency of the fuel cell system 22 whole. When it asks for the efficiency of the fuel cell system 22 whole based on the power which the efficiency of fuel cell 60 simple substance shown in drawing 5 (A) and the auxiliary machine class of a fuel cell consume, it comes to be shown in drawing 5 (B). That is, system efficiency becomes the highest when the output of the fuel cell 60 is a predetermined value, and when the output of the fuel cell 60 is small, the energy efficiency of the fuel cell system 22 whole becomes low. For example, as an output shows drawing 5 in the field below P_0 , system-efficiency E_0 becomes extremely low with about 60 percent of maximum efficiency.

[0037]

In the electromobile 10 of this example, at the time of the low loading in which the efficiency of the fuel cell system 22 whole worsens, the fuel cell system 22 is separated from the circuit 50, and supply of the electric power to the motor 32 by the fuel cell 60 is suspended. This prevents the energy efficiency of the whole system from falling. The fuel cell system 22 is connected to a circuit, and the fuel cell 60 calls operational status which supplies the electric power according to the size of load to the motor 32 "steady operation mode." On the other hand, electric power is supplied to the motor 32 by the capacitor 24, and the fuel cell 60 calls the operational status which does not supply the electric power according to the size of load to the motor 32 "intermittent operation mode."

[0038]

Drawing 6 is a flow chart showing the change procedure of the mode of operation of the electromobile 10. This routine is started in steady operation mode. In steady operation mode, the high voltage auxiliary machinery 40 of the fuel cell 60 is operated so that the fuel cell 60 can supply electric power to the motor 32 according to load. Such operation is called "steady operation" of the high voltage auxiliary machinery 40. If this routine is performed, the control section 48 will read first pressure value V_C of the wiring 50 which the voltmeter 52 detects (Step S110). And predetermined reference voltage level V_2 beforehand determined as this pressure value V_C is compared (Step S120).

[0039]

Reference voltage level V_2 is beforehand memorized in the control section 48 as a standard for judging whether it changes from steady operation mode to intermittent operation mode.

When pressure value V_C of the wiring 50 is smaller than reference voltage level V_2 , reference voltage level V_2 is defined so that it may become a grade which can permit the energy efficiency of the fuel cell system 22 whole. Reference voltage level V_2 is set as a value to some extent lower than the open circuit voltage OCV of the fuel cell 60. As shown in drawing 3, the voltage of the fuel cell 60 is because the energy efficiency of the fuel cell system 22 whole becomes low in the state where the voltage of the fuel cell 60 is high and where output power is low as only a value lower than the open circuit voltage OCV cannot be taken and it is shown in drawing 3 and drawing 5 (A), and drawing 5 (B). Reference voltage level V_2 is the "3rd reference voltage" said to a claim. Reference voltage level V_2 can be made into 80 to 90% of value of the open circuit voltage of a fuel cell, for example.

[0040]

In Step S120, when it is judged that pressure value V_C of the wiring 50 is smaller than reference voltage level V_2 and the decision result of Step S120 serves as No, it returns to Step S110. That is, steady operation mode is maintained. Then, operation of Step S110 and Step S120 is repeated until pressure value V_C of the wiring 50 becomes more than reference voltage level V_2 . In the meantime, the electromobile 10 maintains steady operation mode.

[0041]

In Step S120, if it is judged that pressure value V_C of the wiring 50 is more than reference voltage level V_2 and the decision result of Step S120 is set to Yes, the control section 48 will output a driving signal to the switch 20, and will make this an opened state (Step S130). Thus, since the connection to the circuit 50 of the fuel cell 60 will be wide opened if the switch 20 is made into an opened state (refer to drawing 1), supply of the electric power from the fuel cell 60 to the motor 32 stops. Electric power comes to be supplied to the motor 32 from the capacitor 24, and the electromobile 10 shifts to it at intermittent operation mode. Henceforth [Step S130], the high voltage auxiliary machinery 40 of the fuel cell 60 is operated by fixed low-power output. Operation of the high voltage auxiliary machinery 40 in the fixed low-power output in this intermittent operation mode is called "spinning reserve operation." "Spinning reserve operation" is the operational status of auxiliary machinery with which the power consumption per unit time of each auxiliary machinery becomes smaller than the power consumption per [in "steady operation"] minimum unit time. On the other hand, the capacitor 24 has high power density, as mentioned already, and its charge and discharge efficiency is also high. For this reason, the capacitor 24 can output the electric power which load requires promptly, when the switch 20 is made into an opened state.

[0042]

If it shifts to intermittent operation mode, the control section 48 will read pressure value V_C of the wiring 50 which the voltmeter 52 detects again (Step S140). Next, read pressure value V_C is compared with reference voltage level V_1 (Step S150). Here, reference voltage level V_1 is beforehand memorized in the control section 48 as a standard for judging whether it usually changes from intermittent operation mode to the mode of operation. Reference voltage level V_1 is set up as a value lower than reference voltage level V_2 , although it is a value near the reference voltage level V_2 mentioned already. Since reference voltage level V_1 is a value near the reference voltage level V_2 , when pressure value V_C of the wiring 50 is below reference voltage level V_1 , the energy efficiency of the fuel cell system 22 whole serves as a permissible grade. Reference voltage level V_2 can be made into not less than 80% less than 100% of value of reference voltage level V_2 . As for this reference voltage level V_1 , it is preferred that it is not less than 90% of reference voltage level V_2 , and it is still more preferred that it is not less than 95% of reference voltage level V_2 . Reference voltage level V_1 is the "4th reference voltage" said to a claim.

[0043]

In Step S150, when it is judged that pressure value V_C of the wiring 50 is larger than reference voltage level V_1 and the decision result of Step S150 serves as No, processing returns to Step S140 through Step S160 which is an auxiliary machinery stop routine of a fuel cell. And operation of Steps S140-S160 is repeated until pressure value V_C of the wiring 50 becomes below reference voltage level V_1 . That is, when pressure value V_C of the wiring 50 is larger than reference voltage level V_1 , "intermittent operation mode" is maintained. In the meantime, the control section 48 suspends operation of the high voltage auxiliary machinery 40 so that spinning reserve operation may be performed about the high voltage auxiliary machinery 40 of the fuel cell 60 or it may mention later.

[0044]

since the rate of the power consumption of the high voltage auxiliary machinery 40 over output power will become large as mentioned above if it is supplying electric power by the fuel cell system 22 when pressure value V_C of the wiring 50 is larger than reference voltage level V_1 -- the electromobile 10 -- efficiency becomes low as a whole. For this reason, in this example, when V_C is larger than reference voltage level V_1 , the fuel cell 60 is separated from the circuit 50, and electric power is supplied to the motor 32 from the capacitor 24. And about the high voltage auxiliary machinery 40 of the fuel cell 60, the efficiency of the electromobile 10 whole is

highly maintained as carrying out spinning reserve operation or suspending operation.

[0045]

When it is judged in Step S150 that pressure value V_C of the wiring 50 is below reference voltage level V_1 and the decision result of Step S150 serves as Yes, the control section 48, A driving signal is outputted to the switch 20, this is made into a closed state (Step S170), and the fuel cell system 22 is operated so that electric power may be supplied to the motor 32 according to load. That is, operation of the high voltage auxiliary machinery 40 of the fuel cell 60 is switched to steady operation. Supply of the electric power to the motor 32 by the fuel cell 60 is resumed by processing of Step S170. And the electromobile 10 shifts to steady operation mode. Then, the control section 48 ends processing.

[0046]

Drawing 7 is an explanatory view showing the output voltage of the fuel cell 60 in case steady operation mode and intermittent operation mode change by turns, and the voltage of the capacitor 24. The switch 20 is made into an opened state in Step S130, and the time of changing from steady operation mode to intermittent operation mode is indicated to be "OFF" to drawing 7, and is shown in it. And the switch 20 is made into a closed state in Step S170, and the time of changing from intermittent operation mode to steady operation mode is indicated to be "ON" to drawing 7, and is shown in it.

[0047]

For example, in the state p1 in a graph, the electromobile 10 has shifted to steady operation mode from intermittent operation mode. In steady operation mode, since the fuel cell system 22 and the capacitor 24 are connected in parallel, also in drawing 7, capacitor voltage and the voltage of a fuel cell are in agreement. Then, in the state p3, the electromobile 10 has shifted to intermittent operation mode from steady operation mode through the state p2.

[0048]

In intermittent operation mode, the fuel cell system 22 is separated from the circuit 50. And the control section 48 carries out spinning reserve operation of the fuel cell system 22. For this reason, in intermittent operation mode, the voltage of the fuel cell 60 turns into fixed voltage by spinning reserve operation to capacitor voltage changing according to the operational status of an electromobile. Since spinning reserve operation is operation of low-power output, in intermittent operation mode, the voltage between terminals of the fuel cell 60 serves as a value of the OCV neighborhood. In drawing 7, a dashed dotted line shows the voltage between terminals of the fuel cell 60. The electromobile 10 driven in intermittent operation mode has shifted to steady operation mode again in the state p5 through the state p4 after that after the state p3.

[0049]

In intermittent operation mode, since the capacitor 24 supplies electric power to the motor 32,

capacitor voltage should fall with the passage of time. However, also in intermittent operation mode, capacitor voltage may be rising among drawing 7. This is because regeneration is then performed. As a result of performing regeneration, in about state p4, capacitor voltage serves as a value exceeding the open circuit voltage OCV of a fuel cell.

[0050]

On the other hand, in steady operation mode, since the fuel cell 60 supplies electric power, the command value of the output voltage of the fuel cell 60 serves as voltage of the fuel cell 60 and the capacitor 24. Therefore, when the fuel cell 60 supplies comparatively much electric power from the characteristic of the fuel cell shown in drawing 3, the voltage of the fuel cell 60 and the capacitor 24 becomes low, and when the fuel cell 60 supplies comparatively little electric power, the voltage of the fuel cell 60 and the capacitor 24 becomes high. However, since regeneration is performed also in steady operation mode, the voltage of the capacitor 24 measured by the voltmeter 52 may rise by regeneration.

[0051]

At the time of intermittent operation mode, it is good also as it not only supplying electric power, but supplying electric power from a rechargeable battery to load to the capacitor 24 to load further as mentioned above. When the low loading state which should be made intermittent operation mode continues for a long time, or when there is enough much remaining capacity of the rechargeable battery 26, it is good also as using the rechargeable battery 26 further in addition to the capacitor 24.

[0052]

Stop of C2. auxiliary machinery :

Drawing 8 is a flow chart which shows the contents of the auxiliary machinery stop routine S160. In the auxiliary machinery stop routine S160, processing which suspends operation of the high voltage auxiliary machinery 40 used in order to perform power generation by the fuel cell 60 is performed according to a situation. In an auxiliary machinery stop routine, first, the control section 48 is Step S210, and judges whether spinning reserve operation of the high voltage auxiliary machinery 40 is carried out. The high voltage auxiliary machinery 40 is during spinning reserve operation, when the decision result of Step S210 is set to Yes next, it is Step S220 and it is judged whether pressure value V_C of the wiring 50 is larger than reference voltage level V_{01} .

[0053]

Reference voltage level V_{01} is a value near the open circuit voltage OCV of the fuel cell 60. Reference voltage level V_{01} is beforehand memorized in the control section 48 as a standard for judging whether the high voltage auxiliary machinery 40 of the fuel cell 60 is suspended. Reference voltage level V_{01} is set up fulfill the following conditions. Namely, from the state

where pressure value V_C of the wiring 50 is larger than reference voltage level V_{01} , and the high voltage auxiliary machinery 40 of the fuel cell 60 is suspended. Even if pressure value V_C is less than reference voltage level V_{01} and the electromobile 10 shifts to steady operation mode, Reference voltage level V_{01} is set only to the value to which the capacitor 24 can supply electric power so that trouble may not occur in operation of the electromobile 10 until the high voltage auxiliary machinery 40 of the fuel cell 60 will be in the state where the electric power which shifted to the stationary state and was specified as it can be supplied. Reference voltage level V_{01} is the "1st reference voltage" said to a claim.

[0054]

Reference voltage level V_{01} can be made into the value near the open-circuit-voltage OCV of the fuel cell 60, for example. "The value near the open-circuit-voltage OCV of the fuel cell 60" means not less than 80% less than 120% of value of the value near the open-circuit-voltage OCV of the fuel cell 60. As for this reference voltage level V_{01} , it is preferred that it is not less than 90% of less than 110% of reference voltage level V_2 , and it is still more preferred that it is not less than 95% of less than 105% of reference voltage level V_2 .

[0055]

In Step S220, pressure value V_C is larger than reference voltage level V_{01} , and when the decision result of Step S220 is Yes, operation of the high voltage auxiliary machinery 40 is suspended at Step S230. Pressure value V_C is below reference voltage level V_{01} , and when the decision result of Step S220 is No, the spinning reserve operation of the high voltage auxiliary machinery 40 is continued at Step S240.

[0056]

On the other hand, when spinning reserve operation of the high voltage auxiliary machinery 40 is not carried out in Step S210 but the decision result of Step S210 is set to No next, it is Step S250 and it is judged whether pressure value V_C of the wiring 50 is less than reference voltage level V_{02} .

[0057]

Reference voltage level V_{02} is a value near the open circuit voltage OCV of the fuel cell 60. Reference voltage level V_{02} is beforehand memorized in the control section 48 as a standard for judging whether operation of the high voltage auxiliary machinery 40 of the fuel cell 60 is resumed. Reference voltage level V_{02} is set up fulfill the following conditions. Namely, from the state where pressure value V_C of the wiring 50 is larger than reference voltage level V_{02} , and

the high voltage auxiliary machinery 40 of the fuel cell 60 is suspended. Even if pressure value V_C is less than reference voltage level V_{02} and the electromobile 10 shifts to steady operation mode, Reference voltage level V_{02} is set only to the value to which the capacitor 24 can supply electric power so that trouble may not occur in operation of the electromobile 10 until the high voltage auxiliary machinery 40 of the fuel cell 60 will be in the state where the electric power which shifted to the stationary state and was specified as it can be supplied. Reference voltage level V_{02} is a value near the open-circuit-voltage OCV of the fuel cell 60, and it is preferred to consider it as the value below reference voltage level V_{01} . Reference voltage level V_{02} is the "2nd reference voltage" said to a claim.

[0058]

Pressure value V_C is more than reference voltage level V_{02} , and when the decision result of Step S250 is No, a stop of the high voltage auxiliary machinery 40 is maintained at Step S260. Pressure value V_C is lower than reference voltage level V_{02} , and when the decision result of Step S250 is Yes, the spinning reserve operation of the high voltage auxiliary machinery 40 is resumed at Step S270.

[0059]

When the voltage between terminals of the capacitor 24 is higher than OCV, the voltage between terminals of the capacitor 24 becomes higher than the voltage of the fuel cell 60 (refer to drawing 3). Therefore, when the voltage between terminals of the capacitor 24 is higher than OCV, it is not based on the state of the switch 20 and electric power is not supplied to the motor 32 from the fuel cell 60. Therefore, reference voltage level V_{01} which is a standard for judging whether the high voltage auxiliary machinery 40 of the fuel cell 60 is suspended, and whether the spinning reserve operation of the high voltage auxiliary machinery 40 is resumed, If V_{02} is made into the value near the open-circuit-voltage OCV of the fuel cell 60, control of suspending the high voltage auxiliary machinery 40 can be performed in the state where the fuel cell 60 does not supply electric power to the motor 32.

[0060]

Drawing 9 is a figure expanding and showing the section in the intermittent operation mode from the state p3 in drawing 7 to the state p5. In the state p3 of drawing 9, the electromobile 10 is, immediately after shifting to intermittent operation mode. Since reference voltage level V_2 is set as the value lower than OCV, at this time, the high voltage auxiliary machinery 40 of the fuel cell 60 shifts to spinning reserve operation from steady operation, and it is performing spinning reserve operation (step S130 reference of drawing 6). Therefore, the decision result of Step S210 serves as Yes. In the state p3 of drawing 9, since voltage is lower than V_{01} , the

decision result in Step S220 serves as No, and the spinning reserve operation of the high voltage auxiliary machinery 40 is continued in Step S240.

[0061]

In drawing 9, although voltage V_C is going up with progress of time from the state p3, voltage V_C is not over V_{01} until it results in the state p6. Therefore, in section Pr1 [operational status is in the state p6 from the state p3] of a between, in the auxiliary machinery stop routine S160, processing of Step S210, S220, and S240 is performed, and spinning reserve operation of the high voltage auxiliary machinery 40 is carried out. Since voltage V_C will exceed V_{01} if the operational status of the electromobile 10 exceeds the state p6 of drawing 9, the decision result of Step S220 serves as Yes. As a result, in Step S230, operation of the high voltage auxiliary machinery 40 is suspended.

[0062]

In drawing 9, although capacitor voltage V_C is going up with progress of time from the state p3, When voltage V_C decreases, and capacitor voltage V_C is less than reference voltage level V_1 , the decision result of Step S150 (refer to drawing 6) serves as Yes. And the high voltage auxiliary machinery 40 has steady operation started at Step S170. Namely, the spinning reserve operation of the high voltage auxiliary machinery 40 started at Step S130, (refer to drawing 6). [whether it ends by capacitor voltage V_C being less than reference voltage level V_1 , and steady operation being started at Step S170, and] Or capacitor voltage V_C exceeds reference voltage level V_{01} , and is completed by operation being suspended at Step S230 (refer to drawing 8).

[0063]

If operation of the high voltage auxiliary machinery 40 is suspended at Step S230, after that, the decision result of Step S210 will serve as No, it will be Step S250, and it will be judged whether pressure value V_C of the wiring 50 is less than reference voltage level V_{02} . Although the value of voltage V_C is rising or descending after the state p6, the value higher than V_{02} is maintained until it results in the state p7. Therefore, in section Pr2 [operational status is in the state p7 from the state p6] of a between, operation of the high voltage auxiliary machinery 40 stops. Since voltage V_C will be less than V_{02} if the operational status of the electromobile 10 exceeds the state p7 of drawing 9, the decision result of Step S250 serves as Yes. As a result, in Step S270, the spinning reserve operation of the high voltage auxiliary machinery 40 is resumed. Then, if operational status results in the state p5, the electromobile 10 will shift to steady operation mode (refer to drawing 7). As a result, the high voltage auxiliary machinery 40 of the fuel cell 60 is also operated steadily. That is, in section Pr3 [operational status is in

the state p5 from the state p7] of a between, like section Pr1, it is in intermittent operation mode and spinning reserve operation of the high voltage auxiliary machinery 40 of the fuel cell 60 is carried out.

[0064]

In drawing 9, although capacitor voltage V_C is descending with progress of time from the state p7, When voltage V_C goes up, and capacitor voltage V_C exceeds reference voltage level V_{01} , the decision result of Step S220 (refer to drawing 8) serves as Yes. And operation of the high voltage auxiliary machinery 40 is suspended at Step S230. Namely, the spinning reserve operation of the high voltage auxiliary machinery 40 started at Step S270, (refer to drawing 6). [whether it ends by capacitor voltage V_C being less than reference voltage level V_1 , and steady operation being started at Step S170, and] Or capacitor voltage V_C exceeds reference voltage level V_{01} , and is completed by operation being suspended at Step S230 (refer to drawing 8).

[0065]

In the 1st example, operation by intermittent operation mode is performed and supply of the electric power according to the load to the motor 32 by the fuel cell 60 is not performed after capacitor voltage V_C exceeds reference voltage level V_2 until it is less than reference voltage level V_1 . And in the inside of intermittent operation mode, spinning reserve operation of the high voltage auxiliary machinery 40 of the fuel cell 60 is carried out (section Pr1 of drawing 9, Pr3), or operation of the high voltage auxiliary machinery 40 is suspended (section Pr2 of drawing 9). Therefore, also when the motor 32 is operated by low-power output, compared with the case where power generation according to load is performed, efficiency of the electromobile 10 whole can be made high with the fuel cell 60.

[0066]

Since spinning reserve operation of the high voltage auxiliary machinery 40 will be carried out in advance of steady operation mode or subsequent ones if capacitor voltage V_C is less than reference voltage level V_{02} (section Pr3 of drawing 9), there are few time lags of the production of electricity of the fuel cell system 22 also immediately after shifting to steady operation mode. Also in intermittent operation mode, spinning reserve operation of the high voltage auxiliary machinery 40 is carried out until capacitor voltage V_C exceeds reference voltage level V_{01} (section Pr1 of drawing 9). For this reason, after the electromobile 10 shifts to intermittent operation mode, even if capacitor voltage falls immediately and it shifts to steady operation mode again, there are few time lags of the production of electricity of the fuel cell system 22.

[0067]

In the 1st example, reference voltage level V_{02} used as the judging standard of the operation resumption of the high voltage auxiliary machinery 40 is set as the value lower than reference voltage level V_{01} used as the judging standard of the shutdown of the high voltage auxiliary machinery 40. For this reason, even if capacitor voltage V_C repeats minute change, as long as that fluctuation range is between V_{01} and V_{02} , the shutdown of the high voltage auxiliary machinery 40 and resumption are not repeated frequently.

[0068]

In the 1st example, reference voltage level V_1 used as the judging standard of the shift to intermittent operation mode is set as the value lower than reference voltage level V_2 used as the judging standard of the shift to steady operation mode. For this reason, even if capacitor voltage V_C repeats minute change, as long as that fluctuation range is between V_1 and V_2 , steady operation mode and intermittent operation mode are not repeated frequently.

[0069]

The relation of $V_{01} > V_2$ and $V_{02} > V_1$ is materialized in the 1st example. For this reason, spinning reserve operation can be performed before and after the state where the high voltage auxiliary machinery 40 is suspended.

[0070]

In the 1st example, reference voltage level V_{01} and V_{02} are set as the value near the open-circuit-voltage OCV of a fuel cell. For this reason, the electromobile 10 can be enough driven with the energy stored in the capacitor 24 until the electromobile 10 shifts to the steady operation mode in which electric power is obtained from the fuel cell 60, after resuming operation of the high voltage auxiliary machinery 40.

[0071]

D. Modification :

In the range which is not restricted to an above-mentioned example or embodiment and does not deviate from that gist, this invention can be carried out in various modes, for example, the following modification is also possible for it.

[0072]

D1. modification 1 :

Drawing 10 is a figure showing change of capacitor voltage V_C in intermittent operation mode.

In the processing shown in drawing 8, the mode shown in drawing 10 is a mode at the time of both making reference voltage level V_{01} and reference voltage level V_{02} into the same value

V_{012} . In the mode shown in drawing 10, when pressure value V_C of the wiring 50 is larger than

reference voltage level V_{012} , Operation of the high voltage auxiliary machinery 40 of the fuel cell 60 is suspended, and when pressure value V_C becomes lower than reference voltage level V_{012} , the spinning reserve operation of the high voltage auxiliary machinery 40 of the fuel cell 60 is resumed. As a result, in section Pr4 and section Pr6, spinning reserve operation of the high voltage auxiliary machinery 40 is carried out, and the high voltage auxiliary machinery 40 stops [be / it / under / intermittent operation mode / setting] in section Pr5. Also as such a mode, efficiency of the electromobile 10 whole can be made high.

[0073]

In the above-mentioned example, when pressure value V_C of the wiring 50 is larger than reference voltage level V_{01} , Operation of the high voltage auxiliary machinery 40 of the fuel cell 60 was suspended, and when pressure value V_C became lower than reference voltage level V_{02} , the spinning reserve operation of the high voltage auxiliary machinery 40 of the fuel cell 60 was resumed. However, these two reference voltage levels may be the same value V_{012} like the mode shown in drawing 10. Although each of reference voltage level V_{01} and V_{02} was values higher than the open circuit voltage OCV of the fuel cell 60, The voltage used as the standard of judgment whether spinning reserve operation of the high voltage auxiliary machinery 40 is performed or the high voltage auxiliary machinery 40 is suspended may be a value lower than the open circuit voltage OCV of the fuel cell 60 like the mode shown in drawing 10.

[0074]

D2. modification 2 :

Drawing 11 is a figure showing change of capacitor voltage V_C in intermittent operation mode. Pressure value V_{01} (step S220 reference of drawing 8) for judging whether operation of the high voltage auxiliary machinery 40 should be suspended in the mode shown in drawing 11, It is equal to reference voltage level V_2 (step S120 reference of drawing 6) which is a reference value of judgment whether it should shift to intermittent operation mode from steady operation mode. And pressure value V_{02} (step S250 reference of drawing 8) for judging whether operation of the high voltage auxiliary machinery 40 should be resumed is equal to reference voltage level V_1 (step S150 reference of drawing 6) which is a reference value of judgment whether it should shift to steady operation mode from intermittent operation mode. As a result, spinning reserve operation before suspending operation of the high voltage auxiliary machinery 40, and spinning reserve operation at the time of operation resumption are not performed.

[0075]

As a result of considering it as the above modes, the high voltage auxiliary machinery 40 stops in the intermittent operation mode shown by section Pr7. Also as such a mode, efficiency of the electromobile 10 whole can be made high. Only the quantity which the control section 48 calculated may be sent for neither hydrogen gas nor compressed air to the fuel cell 60 immediately after carrying out steady operation mode parallel from intermittent operation mode (refer to drawing 2). However, if the capacity of the capacitor 24 large enough is taken, electric power in the meantime will be supplied from the capacitor 24, and it will deal in it.

[0076]

D3. modification 3 :

In the above-mentioned example, suspending or carrying out spinning reserve operation of the high voltage auxiliary machinery 40 under predetermined conditions was raising the efficiency as the electromobile 10 whole. And the blower 64 (refer to drawing 2) which sends the compressed air which is oxygen containing gas to the fuel cell 60 as an example of the high voltage auxiliary machinery 40, The cooling pump (not shown) for making hydrogen circulating pump 67 (refer to drawing 2) and fuel cell 60 inside which sends hydrogen which is fuel gas to the fuel cell 60 circulate through cooling water, etc. were shown. However, the auxiliary device which suspends operation under predetermined conditions or performs spinning reserve operation is not restricted to these. For example, each valve, a sensor, etc. which are used when operating a fuel cell are good also as suspending operation about apparatus other than voltage equipment. That is, the efficiency as the electromobile 10 whole can be raised by stopping under predetermined conditions or carrying out spinning reserve operation of the auxiliary device operated for power generation by a fuel cell.

[0077]

D4. modification 4 :

in the intermittent operation judging process routine shown in drawing 6, although judgment whether operational status is changed into intermittent operation mode from steady operation mode was performed based on the voltage of the wiring 50, it is based on a different value -- things . As mentioned already, if based on the voltage of the wiring 50, it can change correctly in desired timing, but since it fluctuates according to a load request, the output of the fuel cell 60 may be judged based on the size of load. Or based on the output current value of the fuel cell 60, the change in intermittent operation mode from steady operation mode may be judged. When it will be in the state of falling to the grade which is not desirable, intermittent operation mode should just be performed.

[0078]

D5. modification 5 :

Although the switch 20 into which connection of the fuel cell 60 to the wiring 50 has been gone

in the 1st example was formed to each of two terminals of the fuel cell 60, it is good also as forming a switch only in either. What is necessary is just to be able to stop the output from the fuel cell 60 in intermittent operation mode.

[0079]

D6. modification 6 :

In the example mentioned already, the fuel cell system 22 decided to use hydrogen gas as fuel gas. On the other hand, the composition using reformed gas as fuel gas is also possible. In such a case, what is necessary is just to suppose that it replaces with the device which stores hydrogen as the fuel gas feed zone 61, and has a device which generates reformed gas in the fuel cell system 22 shown in drawing 2. What is necessary is just to suppose that it has a tank in which the reforming fuel and water with which a reforming reaction is presented are specifically stored, a reaction part provided with a reformer provided with a reforming catalyst, and the catalyst which promotes the reaction for reducing the carbon monoxide concentration in reformed gas further, etc.

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]It is a block diagram showing the outline of the composition of the electromobile 10.

[Drawing 2]It is an explanatory view showing the outline of the composition of the fuel cell system 22.

[Drawing 3]It is an explanatory view showing the relation between the output current in the fuel cell 60, and output voltage or output power.

[Drawing 4]It is a flow chart which defines the operational status of the blower of a fuel cell.

[Drawing 5]It is an explanatory view showing the size of the output of the fuel cell 60, and a relation with energy efficiency.

[Drawing 6]It is a flow chart showing the change routine of the mode of operation.

[Drawing 7]It is an explanatory view showing the output voltage of the fuel cell 60 in case steady operation mode and intermittent operation mode change by turns, and the voltage of the capacitor 24.

[Drawing 8]It is a flow chart which shows the contents of the auxiliary machinery stop routine S160.

[Drawing 9]It is a figure expanding and showing the section in the intermittent operation mode from the state p3 in drawing 7 to the state p5.

[Drawing 10]It is a figure showing change of capacitor voltage V_C in intermittent operation mode.

[Drawing 11]It is a figure showing change of capacitor voltage V_C in intermittent operation mode.

[Description of Notations]

10 -- Electromobile
15 -- Electric power unit
20 -- Switch
22 -- Fuel cell system
24 -- Capacitor
27 -- Remaining capacity monitor
28 -- DC to DC converter
30 -- Drive inverter
32 -- Drive motor
34 -- Reduction gear
36 -- Output shaft
38 -- Vehicle driving shaft
40 -- High voltage auxiliary machinery
42 -- Diode
48 -- Control section
50 -- Circuit (wiring)
52 -- Voltmeter
60 -- Fuel cell
61 -- Fuel gas feed zone
61b -- Valve
62 -- Hydrogen gas supply route
63 -- Hydrogen gas exhaust passage
64 -- Blower
65 -- Oxidizing gas supply route
66 -- Cathode exhaust gas path
67 -- Hydrogen circulating pump
 E_0 -- System efficiency of a fuel cell in case an output is P_0
 V_0 -- Current of a fuel cell in case an output is P_0
 I_{FC} -- Output current
OCV -- Open circuit voltage
 P_0 -- Output of a fuel cell
 P_{FC} -- Electric power
Pr1-Pr7 -- Section
S160 -- Auxiliary machinery stop routine
 V_0 -- Voltage of a fuel cell in case an output is P_0

V_C -- Capacitor voltage

V_{FC} -- Output voltage

p1-p7 -- State of a capacitor

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]It is a block diagram showing the outline of the composition of the electromobile 10.

[Drawing 2]It is an explanatory view showing the outline of the composition of the fuel cell system 22.

[Drawing 3]It is an explanatory view showing the relation between the output current in the fuel cell 60, and output voltage or output power.

[Drawing 4]It is a flow chart which defines the operational status of the blower of a fuel cell.

[Drawing 5]It is an explanatory view showing the size of the output of the fuel cell 60, and a relation with energy efficiency.

[Drawing 6]It is a flow chart showing the change routine of the mode of operation.

[Drawing 7]It is an explanatory view showing the output voltage of the fuel cell 60 in case steady operation mode and intermittent operation mode change by turns, and the voltage of the capacitor 24.

[Drawing 8]It is a flow chart which shows the contents of the auxiliary machinery stop routine S160.

[Drawing 9]It is a figure expanding and showing the section in the intermittent operation mode from the state p3 in drawing 7 to the state p5.

[Drawing 10]It is a figure showing change of capacitor voltage V_C in intermittent operation mode.

[Drawing 11]It is a figure showing change of capacitor voltage V_C in intermittent operation mode.

[Description of Notations]

10 -- Electromobile

15 -- Electric power unit

20 -- Switch
22 -- Fuel cell system
24 -- Capacitor
27 -- Remaining capacity monitor
28 -- DC to DC converter
30 -- Drive inverter
32 -- Drive motor
34 -- Reduction gear
36 -- Output shaft
38 -- Vehicle driving shaft
40 -- High voltage auxiliary machinery
42 -- Diode
48 -- Control section
50 -- Circuit (wiring)
52 -- Voltmeter
60 -- Fuel cell
61 -- Fuel gas feed zone
61b -- Valve
62 -- Hydrogen gas supply route
63 -- Hydrogen gas exhaust passage
64 -- Blower
65 -- Oxidizing gas supply route
66 -- Cathode exhaust gas path
67 -- Hydrogen circulating pump
 E_0 -- System efficiency of a fuel cell in case an output is P_0
 V_0 -- Current of a fuel cell in case an output is P_0
 I_{FC} -- Output current
OCV -- Open circuit voltage
 P_0 -- Output of a fuel cell
 P_{FC} -- Electric power
Pr1-Pr7 -- Section
S160 -- Auxiliary machinery stop routine
 V_0 -- Voltage of a fuel cell in case an output is P_0
 V_C -- Capacitor voltage
 V_{FC} -- Output voltage

p1-p7 -- State of a capacitor

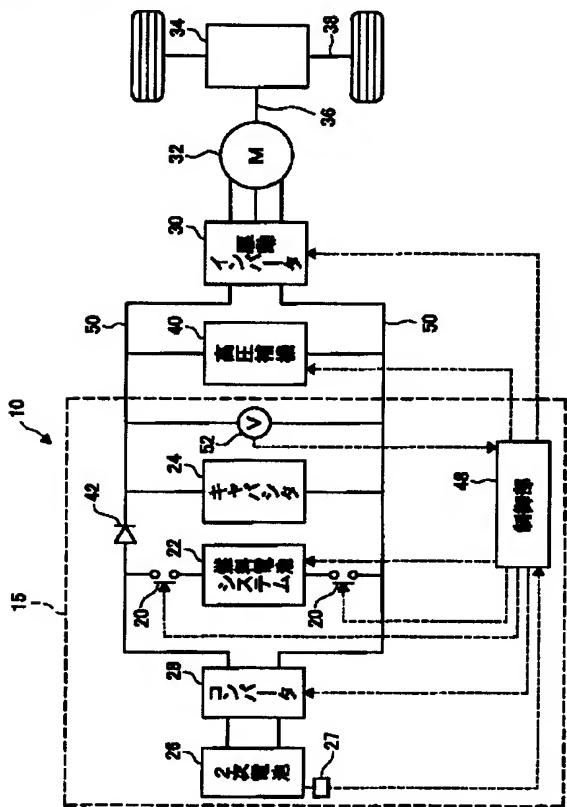
[Translation done.]

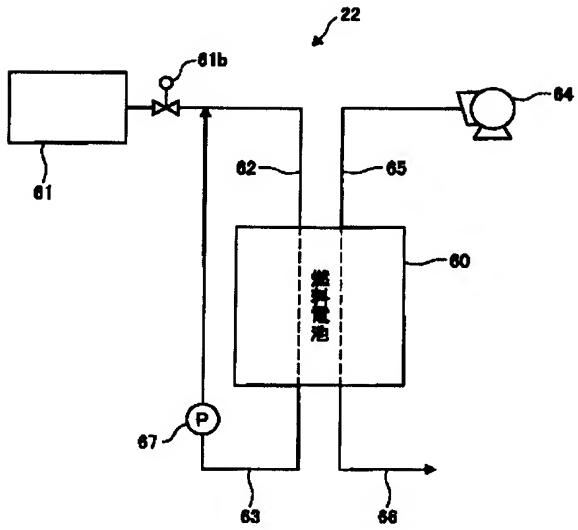
*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

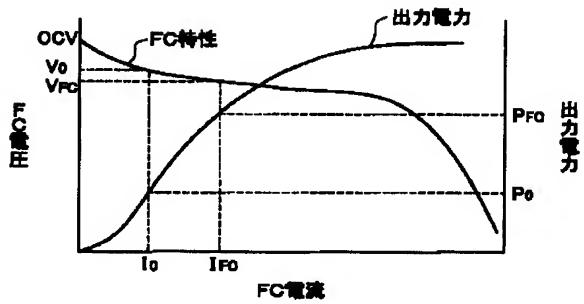
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

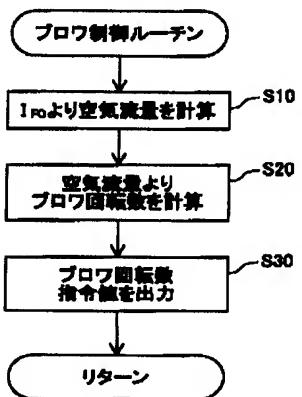
[Drawing 1]**[Drawing 2]**



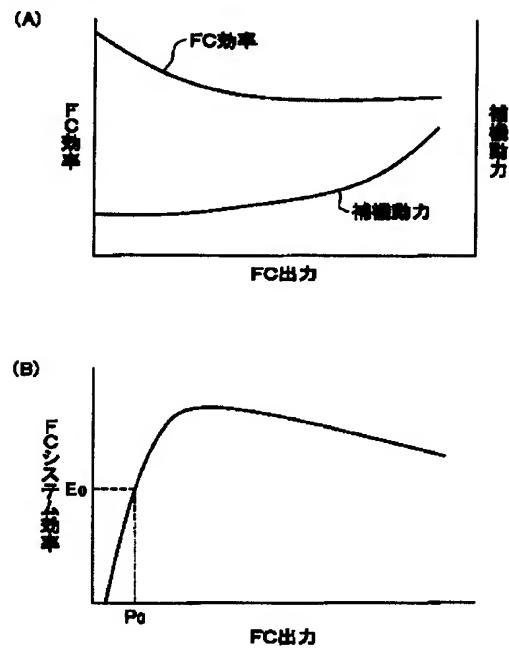
[Drawing 3]



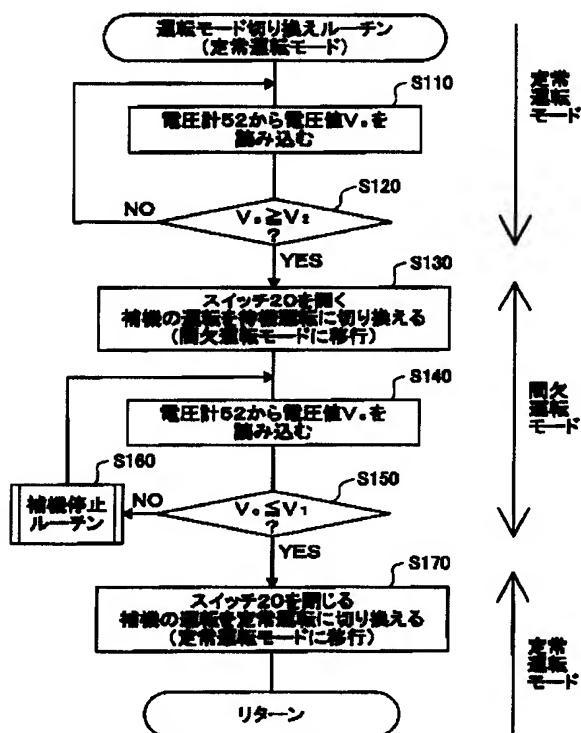
[Drawing 4]



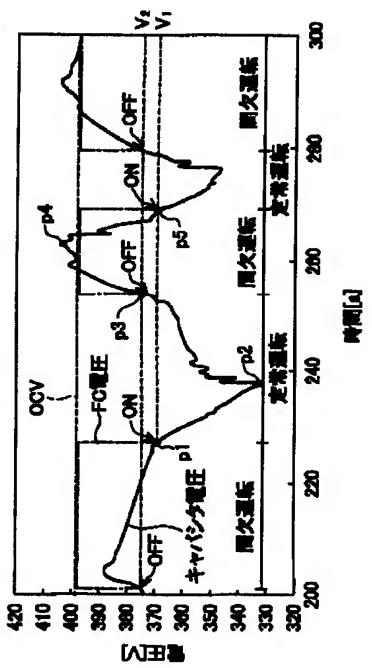
[Drawing 5]



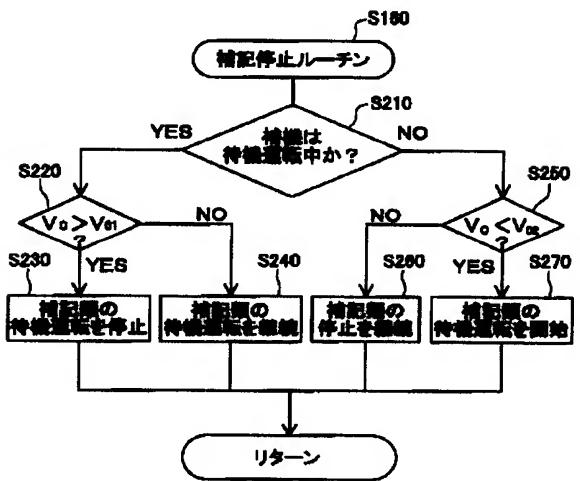
[Drawing 6]



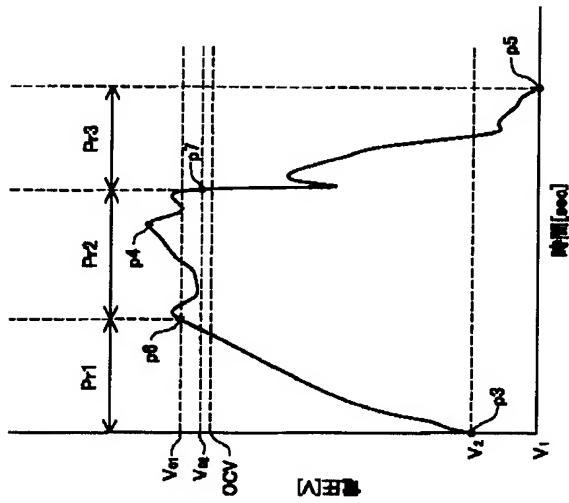
[Drawing 7]



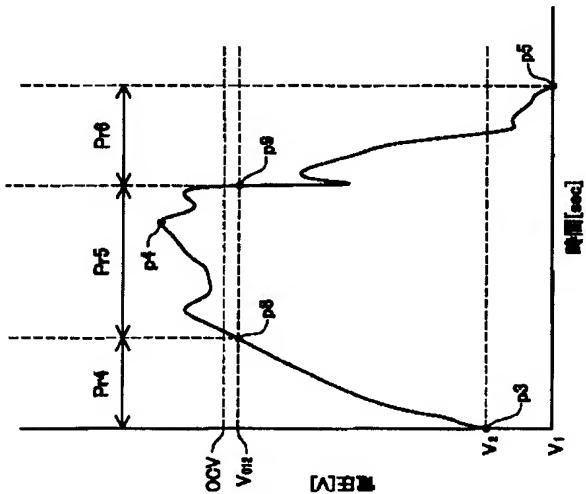
[Drawing 8]



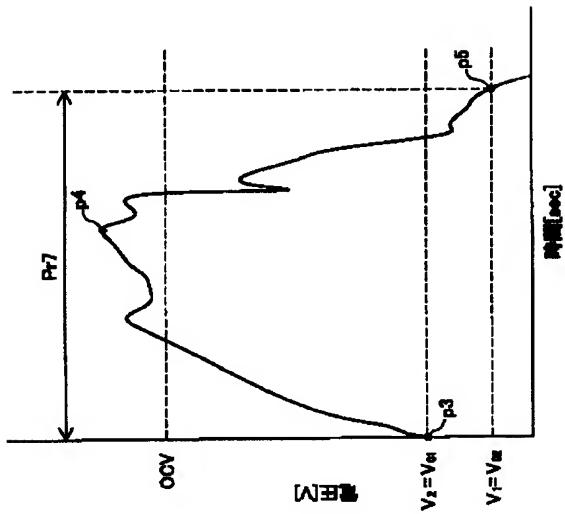
[Drawing 9]



[Drawing 10]



[Drawing 11]



[Translation done.]